

|       |          |                          |
|-------|----------|--------------------------|
| 申請日期： | 92 2 25  | IPC分類                    |
| 申請案號： | 92103977 | G06F 17/50, 17/30, 17/60 |

(以上各欄由本局填註)

# 發明專利說明書

200304079

|                    |                      |  |
|--------------------|----------------------|--|
| 一、<br>發明名稱         | 中文                   | 基於積體電路輪廓之模擬資訊的產生及應用  |
|                    | 英文                   | GENERATION AND USE OF INTEGRATED CIRCUIT PROFILE-BASED SIMULATION INFORMATION  |
| 二、<br>發明人<br>(共3人) | 姓名<br>(中文)           | 1. 尼可·傑克達<br>2. 牛辛惠<br>3. 鮑君威  |
|                    | 姓名<br>(英文)           | 1. Jakatdar, Nickhil<br>2. Niu, Xinhui<br>3. Bao, Junwei   |
|                    | 國籍<br>(中英文)          | 1. 印度 IN 2. 中國大陸 CN 3. 中國大陸 CN   |
|                    | 住居所<br>(中文)          | 1. 美國加州94022洛杉托市瑞可那達巷425號<br>2. 美國加州94022洛杉托市西波多拉大道493號<br>3. 美國加州95051聖塔克拉市威伯爾大道3661號   |
|                    | 住居所<br>(英文)          | 1. 425 Rinconada Court, Los Altos, CA 94022, U.S.A.<br>2. 493 W. Portola Avenue, Los Altos, California 94022 U.S.A.<br>3. 3661 Warbler Avenue, Santa Clara, CA 95051, U.S.A. |
| 三、<br>申請人<br>(共1人) | 名稱或<br>姓名<br>(中文)    | 1. 迪伯技術股份有限公司  |
|                    | 名稱或<br>姓名<br>(英文)    | 1. Timbre Technologies, Inc.   |
|                    | 國籍<br>(中英文)          | 1. 美國 US   |
|                    | 住居所<br>(營業所)<br>(中文) | 1. 美國加州95054聖塔克拉市邦克丘巷2953號301室<br>(本地地址與前向貴局申請者相同)   |
|                    | 住居所<br>(營業所)<br>(英文) | 1. Suite 301, 2953 Bunker Hill Lane, Santa Clara, CA 95054, USA  |
|                    | 代表人<br>(中文)          | 1. 艾倫·諾雷   |
|                    | 代表人<br>(英文)          | 1. Nolet, Alan   |



## 一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優先權

美國 US

2002/02/28

10/087,069

有

二、☐主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間

日期：

四、☐有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

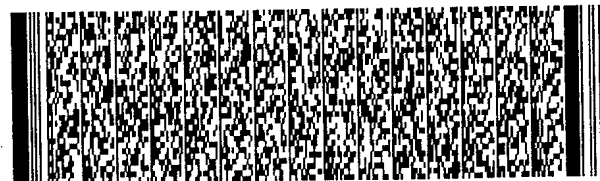
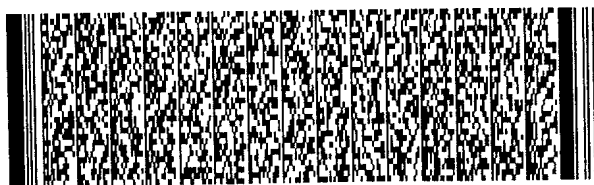
☐熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

## 四、中文發明摘要 (發明名稱：基於積體電路輪廓之模擬資訊的產生及應用)

本發明包括一種產生關於設計與製程決策之效果的積體電路(IC)模擬資訊之方法與系統。一實施例包括產生且應用一基於輪廓的資訊之資料庫，包含度量信號、構造輪廓資料、製程控制參數、與IC模擬屬性。另一實施例係一種使用離開測試光柵的信號而產生一模擬資料庫之方法與系統，該測試光柵係用以模型化IC設計及/或製程之效果。一應用包括使用測試光柵所產生的一模擬資料庫之產生與使用，該測試光柵係用以模型化IC互連線之幾何。互連線模擬資料庫得即時使用，用以在製造過程中監視IC裝置之電性與熱性性質。其他實施例包括利用一度量模擬器與一製程模擬器、一裝置模擬器、及/或電路模擬器之各種組合產生且應用模擬資料庫之方法與系統。從模擬資料庫來的資訊得在設計或製程步驟中即時原位地使用。

## 六、英文發明摘要 (發明名稱：GENERATION AND USE OF INTEGRATED CIRCUIT PROFILE-BASED SIMULATION INFORMATION)

The invention includes a method and a system for generating integrated circuit (IC) simulation information regarding the effect of design and fabrication process decisions. One embodiment includes creating and using a data store of profile-based information comprising metrology signal, structure profile data, process control parameters, and IC simulation attributes.



四、中文發明摘要 (發明名稱：基於積體電路輪廓之模擬資訊的產生及應用)

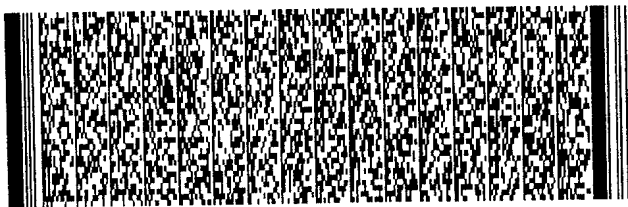
五、(一)、本案代表圖為：第\_\_\_5A\_\_\_圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

- 100 基於輪廓的模擬資料庫之產生
- 101 製程設計器
- 103 測試光柵遮罩設計器
- 105 IC製造器
- 107 度量裝置
- 109 輪廓應用伺服器
- 110 輪廓數據庫
- 111 模擬資料庫產生器
- 113 裝置模擬器
- 115 模擬資料器

六、英文發明摘要 (發明名稱：GENERATION AND USE OF INTEGRATED CIRCUIT PROFILE-BASED SIMULATION INFORMATION)

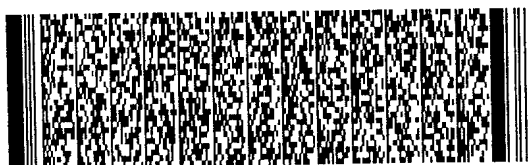
Another embodiment is a method and system for generating a simulation data store using signals off test gratings that model the effect of an IC design and/or fabrication process. One application includes creation and use of a simulation data store generated using test gratings that model the geometries of the IC interconnects. The interconnect simulation data store may be used



四、中文發明摘要 (發明名稱：基於積體電路輪廓之模擬資訊的產生及應用)

六、英文發明摘要 (發明名稱：GENERATION AND USE OF INTEGRATED CIRCUIT PROFILE-BASED SIMULATION INFORMATION )

in-line for monitoring electrical and thermal properties of an IC device during fabrication. Other embodiments include methods and systems for generating and using simulation data stores utilizing a metrology simulator and various combinations of a fabrication process simulator, a device simulator, and/or circuit simulator. Information from the simulation data store may be



四、中文發明摘要 (發明名稱：基於積體電路輪廓之模擬資訊的產生及應用)

六、英文發明摘要 (發明名稱：GENERATION AND USE OF INTEGRATED CIRCUIT  
PROFILE-BASED SIMULATION INFORMATION )

used in-line in-situ during the design or  
fabrication process steps.



## 五、發明說明 (1)

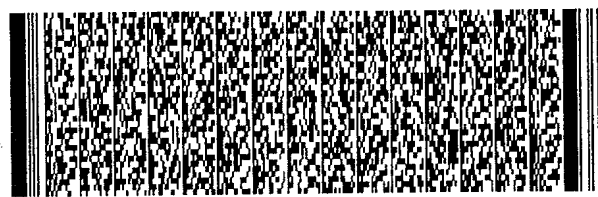
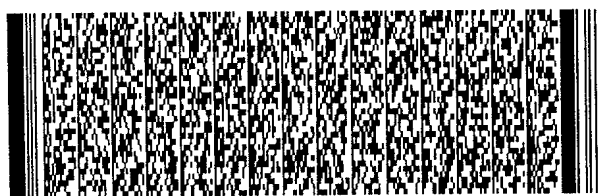
## 一、【發明所屬之技術領域】

本申請案係關於由Jakatdar等人於西元2000年11月28日申請的美國專利申請案申請序號第09/727,530號，案名"System and Method for Real-Time Library Generation of Grating Profiles"，其為本申請案之申請人所擁有且併入此處作為參考，並且也關於Jakatdar等人於西元2000年1月26日申請的美國專利申請案申請序號第09/764,780號，案名"Caching of Intra-Layer Calculations for Rapid Rigorous Coupled-Wave Analyses"，其為本申請案之申請人所擁有且併入此處作為參考。

本申請案係關於積體電路(IC)製造之一般領域，尤其關於一種用以產生且應用基於輪廓的模擬資訊之資料庫的方法與系統。

## 二、【先前技術】

隨著增加時鐘速率且減少IC構造幾何之需求，必須迅速地回饋晶圓設計與製程決策之效果。在許多傳統的IC製造環境中，設計者或製程工程師經常不會立即知道設計決策或製程改變之效果，而知之甚遲，導致高成本的重新製造或無法使用的終端產品。IC設計目標驅動了設計活動，其產生遮罩與IC製造計畫且傳送至IC製造。IC製造生產晶圓，在IC測試中受測試且經過完成操作，此時才發現到晶圓之缺陷與錯誤。典型上，若干設計或製程決策之衝擊於



## 五、發明說明 (2)

此時回饋至設計與製造群。在產品運送至顧客之後，額外的關於設計與製程變化之產品回饋最終會回到IC設計。眾所週知在工業界中，於晶圓層次時偵測不良晶片會比在許多終端產品已經運送至顧客處之後才偵測不良晶片來得便宜許多。因此，需要儘早提供有關設計與製程改變之衝擊的資訊。

類似地，缺乏立即回饋設計與製程決策給予製程控制群。圖1顯示資料從IC製程控制流動至各種製造領域且從各製造領域回饋至IC製程控制之先前技藝架構圖。IC製造目標21藉著製造計畫24指導IC製程控制23群，該製造計畫24係有關薄膜製程、沉積、或化學機械拋光(CMP)25、微影27、蝕刻29、光阻(PR)剝除33與35、佈植31、以及熱製程37與IC測試和封裝39。製程回饋34以及設計與總體製造回饋32送至IC製程控制23群。然而，倘若設計並未產生所期望的結果或製程改變造成構造之某些關鍵臨界尺寸(critical dimension, CD)超出可接受的範圍，則可能必須放棄受影響的晶圓批次。因此，需要提供即時的資訊至IC製程控制群，以使不合格的晶圓數量最小化且偵測並修正製程控制參數漂移或製程控制參數變動。即使使用目前的設計與製程模擬器，典型上在製程之早期及/或製程之各階段中，仍無法即時獲得充分的資訊。

目前使用若干製程、裝置、與電路模擬器。例子包括有可互連線模擬、微影模擬、佈植模擬、擴散模擬、氧化模擬、沉積與蝕刻模擬、CMP模擬、沉積與重熔流佈模

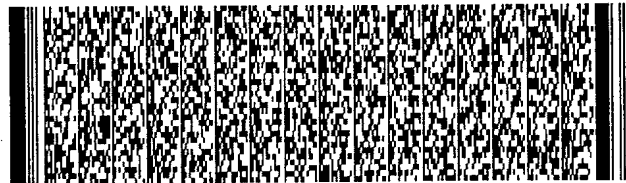
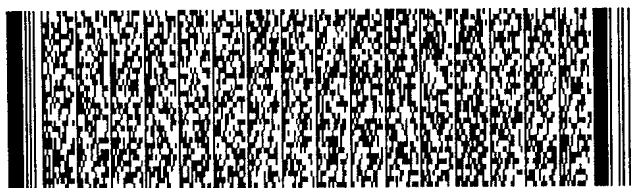




## 五、發明說明 (3)

擬、2 維製程模擬、以及 3 維製程模擬之軟體、與其他可模擬 IC 製程之一步驟或一系列步驟之軟體。某些模擬器假設 IC 構造為簡單的幾何形狀。然而，由 AFM、剖面 SEM(X-SEM)、與光學度量系統所提供的資料指示出構造之剖面為複雜形狀。此等複雜形狀的構造提供不同於假設的典型幾何形狀之電性性質、熱性性質、與性能。其他企圖模擬複雜形狀之模擬器由於製造過程中變數之數目而僅達成有限的成就。舉例而言，構造形狀受到製程控制參數例如微影數值孔徑、波長、聚焦曝光、曝光後烘烤(post exposure bake, PEB)溫度、光阻厚度、抗反射塗佈厚度、介電材料、以及所用的製程之影響很大。

隨著科技進展至深次微米幾何(0.250 微米或更少)，更需要快速且正確的有關製程屬性例如構造輪廓、裝置屬性例如電容值、電感值、與電阻值、以及最終的電路屬性之資訊。類似地，需要快速且可信賴的用於製程控制參數例如 PEB 溫度、焦點、曝光之資訊，產生所期望的 IC 構造輪廓且進而提供所期望的裝置與電路屬性。因此，需要一種可在製程中獲得輪廓資料、信號、製程控制參數、以及製程屬性之資訊的方法及/或系統。另外，當給定一構造輪廓或製程屬性目標時，需要迅速的用以提供所期望的結果之製程控制參數值之資訊。舉例而言，知道用以製造具有所期望的輪廓且可提供所要求的電性性質、熱性性質、與性能的構造之 PEB 溫度、時間、數值孔徑、與焦點之組合係一項有益的優點。



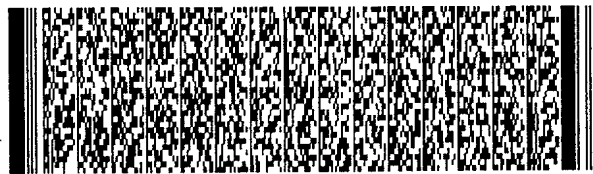
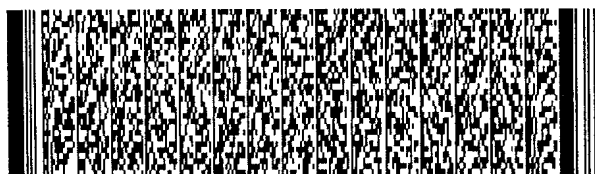
## 五、發明說明 (4)

## 三、【發明內容】

本發明包括一種用以產生且應用一基於輪廓的模擬資訊之資料庫之方法與系統。一實施例包括產生且應用一基於輪廓的資訊之資料庫，包含由一度量裝置所測得的信號、構造輪廓資料、製程控制參數、以及製造屬性。資料庫之資訊得在設計或製程中即時使用且/或於製程設備內原位(in-situ)使用。

另一實施例係一種使用測試光柵來產生一互連線模擬資料庫之方法，該測試光柵係模型化用於IC之互連線之幾何。互連線模擬資料庫得即時地用於監視在製造過程中IC之電性與熱性性質。另外，模擬資料庫伺服器提供關於製程控制參數之資訊，該製程控制參數將滿足在IC設計中對於一給定的製程所要求的互連線之電性性質。

又另一實施例包括一種利用一度量模擬器與一製程模擬器產生模擬資料庫之方法與系統。製程模擬器得模擬微影、佈植、擴散、氧化、沉積與蝕刻、CMP、沉積與重熔流佈、2維製程、3維製程模擬器或此等製程之組合。基於一範圍內的製程控制參數與此等製程控制參數之偏離，使用一製程模擬器產生構造輪廓資料。使用該度量模擬器將模擬的構造輪廓資料轉換成信號。一模擬資料庫產生器產生資料庫案例(instance)，儲存有各種製程控制參數與關聯的信號、輪廓資料、與製造屬性。其他實施例包括利用一度量模擬器與一組合的製程與裝置模擬器或一組合的製



## 五、發明說明 (5)

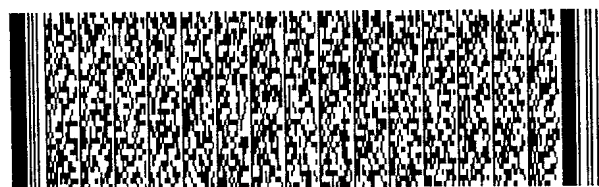
程、裝置、與電路模擬器產生模擬資料庫之方法與系統。從模擬資料庫來的資訊得即時原位地使用於每一製程步驟，提供更新的相關資訊，以改良設計、製造步驟、產率、或提供資訊以修正製程漂移。

## 四、【實施方式】

本發明包括一種產生且應用基於輪廓的模擬資訊之資料庫之方法與系統。圖2與3顯示構造之模擬輪廓與實際輪廓間之差異。圖4至8C顯示產生基於輪廓的模擬資料庫之實施例。圖9A與9B顯示使用基於輪廓的模擬資訊之實施例。圖10顯示模擬資料庫之格式，而圖11A與11B代表經驗的資料，顯示本發明之概念與原則之實用性。

圖2對照著實際微影製程步驟之層狀物件輪廓與典型的微影模擬器所產生的物件輪廓之先前技藝架構圖。微影模擬器73模擬實際物理製程，包括自旋塗佈61、軟式烘烤63、曝光65、曝光後烘烤67、以及顯影69製程。實際構造輪廓71得具有更複雜的輪廓，例如圓形頂部與一基腳位於物件之底部，而非微影模擬器73典型上所指示的理想矩形形狀的設計構造輪廓75。具有非矩形構造，例如梯形、T頂、與具有下切的T頂、具有或不具有基腳的圓頂之電路之電性性質不同於某些製程模擬器典型上所假設的簡單幾何形狀的構造之電性性質。

類似地，圖3對照著實際微影、蝕刻、與金屬化製程步驟之互連線剖面與典型的互連線模擬器所產生之互連線



## 五、發明說明 (6)

剖面之先前技藝架構圖。在互連線設計81、製造83、與測試85之步驟後所製成的互連線剖面87典型上具有不規則的形狀。所製成的互連線之形狀受到導電材料與相關的介電材料之幾何所影響。具有所製成的互連線剖面87之互連線構造之電性與熱性特徵不同於互連線模擬器73典型上所假設的矩形設計互連線剖面91之電性與熱性特徵。在目前趨向深次微米製程技術與增加的時鐘速率之情況下，互連線基本上控制高速系統之總體操作性能。互連線之幾何對於IC之電性性能具有顯著的影響。雖然原子力顯微鏡(AFM)可提供互連線輪廓資訊，但AFM速度慢且無法提供非圖案化層之資訊。臨界尺寸掃描電子顯微鏡(CD-SEM)可提供臨界尺寸，但無法提供關於非圖案化層之輪廓資訊或資料。

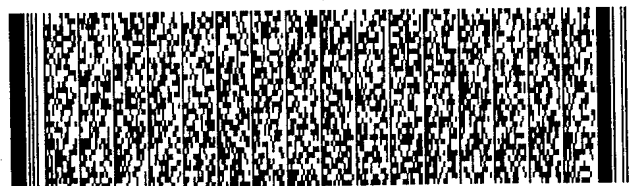
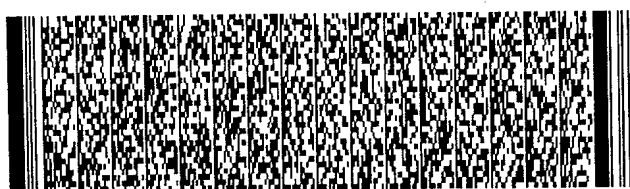
為了促進本發明之說明，使用光學度量系統來顯示概念與原則。請瞭解相同概念與原則可同樣應用至下文所述的其他IC度量系統。度量系統得為光學、電性、電子、或機械度量系統。光學度量系統之例子包括散射衡量(scatterometric)裝置例如光譜分析橢圓偏光計(spectroscopic ellipsometer)、反射計(reflectometer)、與諸如此類者。電子度量系統之例子包括CD掃描電子顯微鏡(CD-SEM)、透射式電子顯微鏡(TEM)、與聚焦離子束(focused ion beam, FIB)裝置。機械度量系統之例子包括原子力顯微鏡(AFM)，而電性度量系統之例子包括電容值測量單位。在此應用中，度量信號得為光學信號、離子束、電子束、或其他類似信號。



## 五、發明說明 (7)

圖4顯示使用光學度量系統以確定週期構造之輪廓之架構圖。光學度量系統40包括一度量信號源41，投射一信號43於安裝於一度量平台55上之晶圓47中作為標靶的週期構造53上。度量信號43係以入射角 $\theta$ 投射向作為標靶的週期構造53。反射信號49係由一度量信號接收器51所量測。反射信號資料57傳送至一度量輪廓系統59。度量輪廓系統59比較所測得的反射信號資料57與代表作為標靶的週期構造之臨界尺寸與解析度之各種組合所計算出的反射信號資料之數據庫。選出數據庫中最佳符合於所測得的反射信號資料57之案例。選出的數據庫案例之輪廓與關聯的臨界尺寸係對應於作為標靶的週期構造53之剖面輪廓與臨界尺寸。類似的光學度量系統40係描述於由Jakatdar等人於西元2000年11月28日所申請的美國專利申請案申請序號第09/727,530號中，案名"System and Method for Real-Time Library Generation of Grating Profiles"，其為本申請案之申請人所擁有且併入此處作為參考。

圖5A顯示在本發明之一實施例中使用裝置模擬器產生模擬資料庫之架構圖。基於輪廓的模擬資料庫100之產生包括製程設計器101佈局出一系列IC製造步驟。在測試光柵遮罩設計器103中設計一組測試光柵遮罩，以獲得在有利害關係領域中之關鍵物件或特徵。舉例而言，倘若有利害關係的領域係互連線之電容值，則所設計出的此組測試光柵遮罩佔有各種互連線幾何資訊。互連線幾何資訊包括



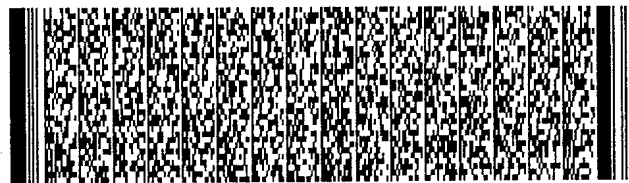
## 五、發明說明 (8)

晶圓中構造之輪廓。IC製造器105使用此組測試光柵遮罩形成測試構造，而由一度量裝置107所量測。度量裝置107得為光學度量裝置或非光學度量裝置，測量離開測試光柵之信號且傳送此測得的信號至輪廓應用伺服器109。輪廓應用伺服器109比較所測得的離開測試構造之信號與涵蓋所預期的構造輪廓臨界尺寸與解析度之範圍的輪廓數據庫110中所計算出的信號。輪廓應用伺服器109從輪廓數據庫110之計算的信號中選擇出最佳匹配的輪廓數據庫案例。

在一實施例中，作為所測得的繞射度量信號之最佳匹配者係相較於繞射度量信號而言具有最小誤差者。若干最佳化程序用以使誤差最小化，例如模擬的退火，描述於

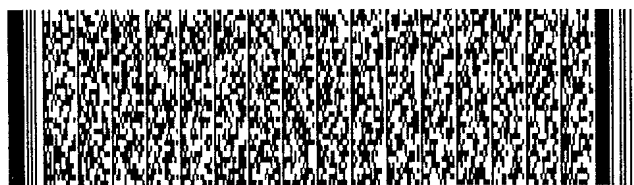
"Numerical Recipes," section 10.9, Press, Flannery, Teulkolsky & Vetterling, Cambridge University Press, 1986中；其併入此處作為參考。產生適當結果之誤差量係「差的平方之合

(sum-of-the-squared-difference)」的誤差，最佳化程序使所測得繞射度量信號與所計算出的繞射度量信號間之誤差量最小化。對於一範圍內的構造輪廓臨界尺寸與解析度產生計算的信號作為輪廓數據庫，且從所計算的信號數據庫中選出最佳匹配數據庫案例之詳細程序係包含於由 Jakatdar 等人於西元2000年11月28日所申請的美國專利申請案申請序號第09/727,530號中，案名"Caching of Intra-Layer Calculations for Rapid Rigorous Coupled-Wave Analyses"，其併入此處作為參考。



## 五、發明說明 (9)

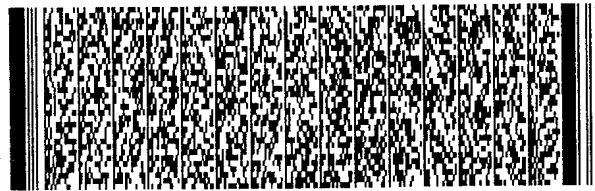
仍然參照圖5A，最佳匹配輪廓數據庫案例之輪廓資料係傳送至裝置模擬器113。輪廓資料包含臨界尺寸、輪廓形狀描述、與輪廓圖形代表。臨界尺寸典型上以測量尺寸來表示，舉例而言，寬度50毫微米。另外，臨界尺寸也表示為另一臨界尺寸之百分比，舉例而言，頂部之80%高度圓形意味著構造頂部在構造之高度的80%處開始變圓。輪廓形狀描述之例子係具有頂部圓形輪廓之梯形。輪廓圖形代表之例子係輪廓之位元圖。裝置模擬器113得為模擬電性、熱性、雜訊、3D效應、穩定或暫態信號、漏逸及/或光學特徵之任何類型的裝置模擬器。裝置模擬器之例子為從各公司例如Avant!、Technology Modeling Associates、與Silvaco International而來的Raphael.TM、Medici.TM、ATLAS.TM、與TMA-Visual.TM。從計算的信號數據庫中而來之最佳匹配的數據庫案例之輪廓臨界尺寸係由輪廓應用伺服器109所擷取出且傳送至裝置模擬器113。裝置模擬器113產生使用於模擬執行之該組製程控制參數與所導致的裝置屬性作為輸出。舉例而言，倘若裝置模擬器為互連線模擬器，則輸入得為以毫微米為單位之頂部與底部CD，及以度為單位之側壁角，具有所使用的互連線模擬器所要求的格式。裝置模擬器113之輸出係裝置屬性，包括以歐姆為單位的電阻值、以法拉為單位的電容值、與以亨利為單位的電感值。模擬資料庫產生器111產生一資料庫案例，包含關聯於特定的裝置模擬之信號、輪廓資料、模擬類型、與裝置屬性。模擬類型係所進



## 五、發明說明 (10)

行的模擬之特徵，舉例而言，裝置模擬。模擬類型之一部分列表係包括於圖10中。

圖5B顯示在本發明之一實施例中產生互連線模擬資料庫之架構圖。基於輪廓的互連線模擬資料庫120之產生包括一製程設計器121佈局出一系列IC互連線。在測試光柵遮罩設計器123中設計一組測試光柵遮罩，獲得各種互連線幾何資訊。互連線幾何資訊包括晶圓中之構造之輪廓。IC製造器125使用此組測試光柵遮罩以形成測試構造，其由一度量裝置127量測。度量裝置127得為反射計、橢圓偏光計、或其他非光學度量裝置，測量離開測試構造之繞射信號且傳送所測得的信號至輪廓應用伺服器129。輪廓應用伺服器129比較所測得的離開測試構造之信號與涵蓋所預期的構造輪廓臨界尺寸與解析度之一範圍的數據庫130之計算的信號。輪廓應用伺服器129從數據庫選出最佳匹配的數據庫案例。最佳匹配的數據庫案例之輪廓CD係由輪廓應用伺服器129所擷取出且傳送至互連線模擬器133。互連線模擬器133產生使用於模擬執行之該組製程控制參數與裝置屬性作為輸出。互連線模擬器之例子包括Raphael.TM、QuickCap.TM、與Atlas.TM。互連線模擬器133之輸出包括裝置屬性，例如以歐姆為單位的電阻值、以法拉為單位的電容值、與以亨利為單位的電感值。模擬資料庫產生器131對於每一測試光柵產生一資料庫案例於模擬資料庫135中，包含信號、輪廓資料、模擬類型、與裝置屬性。此例子中之模擬類型係互連線裝置模擬且裝置屬性係關聯



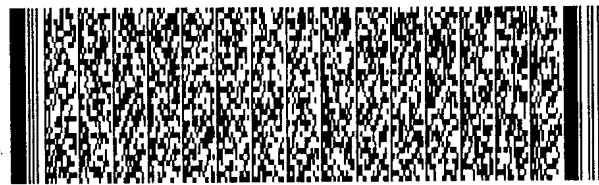


## 五、發明說明 (11)

於互連線裝置模擬者。模擬資料庫之闡述用佈局係顯示於圖10中。

對於圖6A至6C，類似的圖示物件係由相同的參考數字所標示，以促進實施例之說明。圖6A顯示在本發明之一實施例中使用製程模擬器產生基於輪廓的模擬資料庫之架構圖。基於輪廓的模擬資料庫130之產生係開始於輸入製程控制參數132至製程模擬器133內。製程控制參數之例子包括在微影製程模擬中之曝光時間、數值孔徑、與PEB溫度。製程模擬器133得為任何類型的製程模擬器，用以模擬薄膜、微影、佈植、擴散、氧化、沉積、蝕刻、CMP製程、或製程之組合。使用製程控制參數132，製程模擬器133產生製造屬性134，包括層狀構造之幾何。製程控制參數132與製造屬性134傳送至模擬資料庫產生器139。製造屬性134傳送至度量模擬器137。度量模擬器137使用有關構造輪廓之製造屬性，以產生對應於由製程模擬器133所產生的構造之輪廓的繞射信號。舉例而言，製程模擬器133得為微影、蝕刻、或組合的微影與蝕刻模擬器。製程控制參數132得包括膜厚度、烘烤時間、曝光、PEB時間、PEB溫度、沖洗時間、及/或蝕刻流率與蝕刻劑之類型。製造屬性134得包括圖案化的構造輪廓形狀與臨界尺寸(CD)，例如頂部CD、底部CD、高度、及/或側壁角。

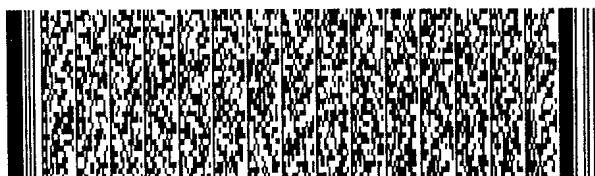
仍舊參照圖6A，從製造屬性134、度量模擬器137擷取出輪廓資料且計算對應於離開具有所傳送的輪廓形狀與CD之光柵的信號之信號。在度量模擬器137係光學度量模擬



## 五、發明說明 (12)

器之例子中，該信號為模擬的繞射信號。至於模擬的繞射信號之計算之說明，參照由Jakatdar等人於西元2000年1月26日所申請的美國專利申請案申請案號第09/764,780，案名"Caching of Intra-Layer Calculations for Rapid Rigorous Coupled-Wave Analyses"，其併入此處作為參考。模擬資料庫產生器139處理製程控制參數132與從製程模擬器133與度量模擬器137輸入的資料，以產生模擬資料庫149案例。模擬資料庫案例包含關聯於製程模擬之信號、輪廓資料、模擬類型、製程控制參數、與製造屬性。模擬類型係所進行的模擬之特徵，舉例而言，製程模擬。模擬類型之一部分列表包括於圖10中。

圖6B顯示在本發明之一實施例中使用製造與裝置模擬器產生基於輪廓的模擬資料庫之架構圖。使用製程模擬器與裝置模擬器之用以產生模擬資料庫140之基於輪廓的系統係類似於圖6A所示之處理，差異之處在於製程模擬器133之包括製造屬性的輸出也傳送至裝置模擬器135。裝置模擬器135利用製造屬性以進行裝置模擬且傳送裝置屬性136至模擬資料庫產生器139。模擬資料庫產生器139處理從製程模擬器133輸入的資料，其包含製程控制參數132與製造屬性134；從度量模擬器137輸入的資料，其包含計算的繞射信號142；以及從裝置模擬器135輸入的資料，其包含裝置屬性136，以產生模擬資料庫149。模擬資料庫149案例包含信號、輪廓資料、模擬類型、製程控制參數、製造屬性、與裝置屬性。此例子中之模擬類型係組合的製程

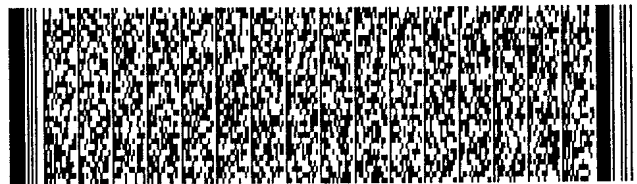


## 五、發明說明 (13)

與裝置模擬。舉例而言，製程模擬器得為組合的微影與蝕刻製程模擬器，而裝置模擬器得為互連線模擬器。其他得模擬的裝置包括二極體、電晶體、光學裝置、電源裝置、或光偵測器。模擬資料庫之佈局繪製於圖10中。此例子之模擬資料庫將可提供回應予具有給定資料的若干類型詢問。倘若所給定的資料係裝置之所期望的電容值，則模擬資料庫可提供所要求的互連線之輪廓。類似地，倘若給定的資料係互連線之輪廓，則模擬資料庫可提供對應的製程控制參數，例如數值孔徑、烘烤時間、PEB溫度、蝕刻時間、或蝕刻劑種類。隨後所討論的給定的資料之許多其他變動可被公式化以提供所期望的查詢回應。

仍舊參照圖6B，製程模擬器133與裝置模擬器135得為分離的物件或組合於單一物件或單一軟體封裝中。組合的製程與裝置模擬器之例子包括Silvaco International的Victory.TM與Syborg Systems, Inc.的Microtec.TM。

圖6C顯示在本發明之一實施例中使用製程、裝置、與電路模擬器產生基於輪廓的模擬資料庫之架構圖。使用製程模擬器、裝置模擬器、與電路模擬器之用於產生模擬資料庫150之基於輪廓的系統係類似於圖6B所說明之處理，差異之處在於從裝置模擬器135而來的包括裝置屬性136之輸出也傳送至電路模擬器141。電路模擬器141利用形成電路的若干裝置之裝置屬性。舉例而言，傳輸線包括若干互連線裝置以形成一電路。得模擬的電路之例子包括傳輸線、電阻、電容、電感、放大器、開關、二極體、或電晶

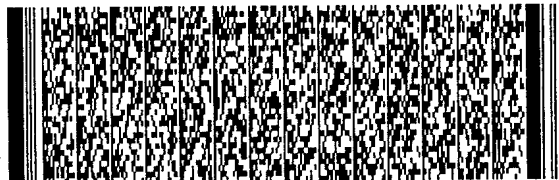
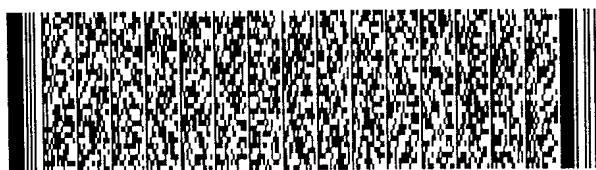


## 五、發明說明 (14)

體。對於選定以形成電路之裝置之組合加以模擬，此模擬產生用以藉著電路模擬器141進行電路模擬之裝置屬性136。電路模擬器141產生且傳送電路屬性138至模擬資料庫產生器139。模擬資料庫產生器139處理從製程模擬器133輸入的資料，其包含製程控制參數132與製造屬性134；從度量模擬器137輸入的資料，其包含計算的繞射信號142；從裝置模擬器135輸入的資料，其包含裝置屬性136；以及從電路模擬器141輸入的資料，其包含電路屬性138，以產生模擬資料庫149。模擬資料庫149案例包含信號、輪廓資料、模擬類型、製程控制參數、製造屬性、裝置屬性、與電路屬性。模擬類型係所進行的模擬之特徵，舉例而言，組合的製程、裝置、與電路模擬。模擬類型之一部分列表係包括於圖10中。

仍舊參照圖6C，製程模擬器133、裝置模擬器135、與電路模擬器141得為分離的物件或組合於單一物件中或單一軟體封裝中。電路模擬器之例子包括SPICE.TM、各種改編的SPICE.TM、SPECTRE.TM、APLAC.TM、與PROTOLAB.TM。組合的全製程模擬器之例子係Silvaco Intemational的ATHENA.TM。

本發明之概念與原則將應用至其他組合模擬器，例如組合的裝置與電路模擬。模擬資料庫之產生將以類似的方式來完成。類似地，裝置模擬器與電路模擬器得為分離的物件或組合於單一物件中或單一軟體封裝中。組合的裝置與電路模擬器之例子包括MEDICI.TM、TOPSPICE.TM、



## 五、發明說明 (15)

CIDER.TM、與SIMPLORER.TM。

圖7A顯示在本發明之一實施例中詢問與即時使用模擬資料庫之架構圖。從詢問裝置201來的詢問203傳送至模擬資料庫伺服器207，分析該詢問與存取模擬資料庫215之案例並規劃其回應205。模擬資料庫伺服器207亦得由即時查詢209所呼叫，產生一回應213。在一應用中，詢問209係從即時查詢裝置211而來，產生一回應213。詢問209包含詢問類型與查詢所給的資料。取決於詢問類型與查詢所給的資料，模擬資料庫伺服器207擷取模擬資料庫215之適當的案例，並且格式化且傳送回應213。即時查詢裝置211得為電腦系統之一部分或IC製造系統之一部分。詢問裝置201得為一獨立裝置或系統之一部分。更且，詢問裝置201得為區域性或可經由網路存取。

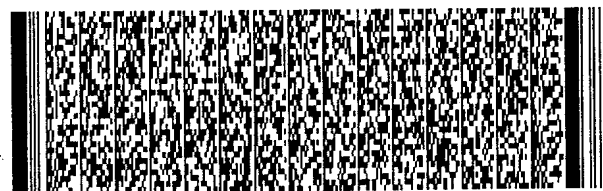
圖7B顯示在本發明之一實施例中原位使用模擬資料庫於各種製造步驟之架構圖。耦合至模擬資料庫255的模擬資料庫伺服器250得為製造系統之一部分，模擬資料庫伺服器250提供立即原位的基於輪廓的模擬資訊。模擬資料庫伺服器250得耦合至薄膜、沉積或CMP 225、微影227、蝕刻229、蝕刻後PR剝除233、佈植後PR剝除235、佈植231、及/或熱製程237裝置。模擬資料庫伺服器250得為區域性或遠端連接至製造裝置。模擬資料庫伺服器250得為若干分離的伺服器或一中央化的伺服器。晶圓中之測試構造或測試光柵得在製造步驟中或之後由積體度量裝置(未圖示)所測量。度量測量產生所測得的信號，得用作為查



## 五、發明說明 (16)

詢所給的資料，提供至模擬資料庫伺服器250。模擬資料庫伺服器250基於詢問類型與查詢所給的資料而產生原位/即時回應。舉例而言，在光阻剝除步驟中或之後，倘若從製造裝置而來的詢問類型係藉由測試光柵作為模型的IC構造之電性性質且查詢所給的資料係離開測試光柵之繞射信號，則模擬資料庫伺服器250將規劃出一回應，包含藉由測試光柵作為模型的IC構造之導電值、電容值、及/或電阻值。在微影步驟後之另一例子中，倘若詢問類型係關聯於所測得的離開測試光柵之信號之製程控制參數，則模擬資料庫伺服器250將規劃出一回應，包含烘烤時間、烘烤溫度、焦點、及PEB時間與溫度。如下文將探討地，詢問類型與查詢所給的資料之許多其他組合可傳送至資料庫伺服器250，已獲得所要求的特定回應。

圖8A係在本發明之一實施例中使用輪廓數據庫資料用以產生基於輪廓的模擬資料庫之操作步驟流程表。確定用於輪廓數據庫之所期望的圖案化結構之輪廓形狀之輪廓資料範圍與解析度300。舉例而言，梯形輪廓形狀之特徵得為以毫微米為單位的頂部CD、底部CD、光柵厚度、曲折點之高度與寬度、以及下方的厚度。輪廓資料範圍將包括用於頂部CD、底部CD、光柵厚度、高度等等之最小值、最大值、與解析度。在輪廓形狀之各種解析度中之輪廓資料範圍係用以計算模擬的繞射信號且產生輪廓數據庫320。產生用於一範圍內的構造輪廓臨界尺寸與解析度之輪廓數據庫之詳細程序包含於由Jakatdar等人於西元2000年11月28



## 五、發明說明 (17)

日所申請的美國專利申請案申請序號第09/727,530號中，案名"System and Method for Real-Time Library Generation of Grating Profiles"，其併入此處作為參考。

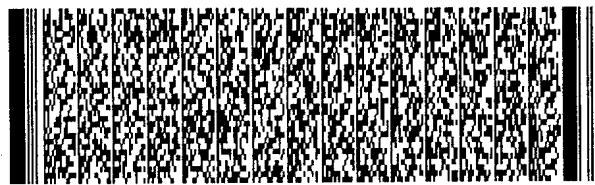
用於所期望的輪廓形狀之輪廓資料範圍轉換成裝置模擬器輸入330。舉例而言，倘若裝置模擬器係互連線模擬器，則所期望的輪廓形狀尺寸轉換成選出的互連線模擬器例如Raphael.TM所要求的格式。使用轉換的裝置模擬器輸入，呼叫裝置模擬器，產生裝置屬性350。繼而考慮互連線模擬器之例子，使用轉換輪廓資料作為互連線模擬器輸入，呼叫互連線模擬器，產生裝置屬性、包含電性與熱性性質例如電阻值、電容值、電感值、電位、溫度、與電流密度分布。產生模擬資料庫案例，包含繞射的信號、輪廓資料、模擬類型、與裝置屬性360。再次考慮互連線例子且假設光學度量裝置，所產生的模擬資料庫案例包括信號例如用於橢圓偏光計之一波長範圍之正切( $\Psi$ )與餘弦( $\Delta$ )資料，或者用於反射計之一波長範圍之反射光強度，波長範圍與測量點取決於光學度量裝置之製造者。此外，所產生的模擬資料庫案例也包括關聯的輪廓資料，包含有輪廓形狀CD；模擬類型，其為互連線裝置模擬；輪廓資料，包含有頂部CD、底部CD、光柵厚度、曲折點的高度與寬度、以及下方的厚度；以及裝置屬性，例如電阻值、電容值、電感值、電位、溫度、與電容密度分布。模擬資料庫產生製程重複直到模擬完成370。



## 五、發明說明 (18)

圖8B係在本發明之一實施例中使用測試光柵用以產生基於輪廓的模擬資料庫之操作步驟流程表。選定用於所期望的模擬類型之一組製程控制參數400。使用選出的該組製程控制參數，呼叫製程模擬器，產生製造屬性410。轉換製造屬性成包含輪廓形狀與臨界尺寸之輪廓資料420。度量模擬器使用輪廓形狀與臨界尺寸來計算繞射信號430。包括製程控制參數、輪廓資料、計算的信號之資料用以產生一模擬資料庫案例435。舉例而言，倘若製程模擬類型係微影，則該組製程控制參數得包括烘烤時間、烘烤溫度、焦點、PEB時間、及/或沖洗溫度之數值。由製程模擬所產生的製造屬性包括輪廓資料，包含有輪廓形狀與構造之幾何。輪廓形狀與幾何轉換成度量模擬器所要求的CD，以計算反射信號。倘若輪廓形狀係具有頂部變圓且底部基腳之梯形輪廓，則CD包括基腳底部寬度、梯形底部寬度、總高度、梯形寬度、與圓的頂部寬度。

由製程模擬器所產生的製造屬性轉換成可相容於裝置模擬器要求的格式440。使用轉換的製造屬性，呼叫裝置模擬器，產生裝置屬性445。藉著裝置屬性更新模擬資料庫案例450。在一實施例中，製程模擬器與裝置模擬器係組合於單一封裝中，移除輸入參數轉換成可相容的格式之要求。形成電路或電路之一部分的若干裝置得群集在一起用於電路模擬。舉例而言，形成電路或電路之一部分的若干IC構件例如閘、接觸孔、通孔、與墊係群集在一起用於電路模擬。此等群集的裝置之每一個之裝置屬性係轉換成





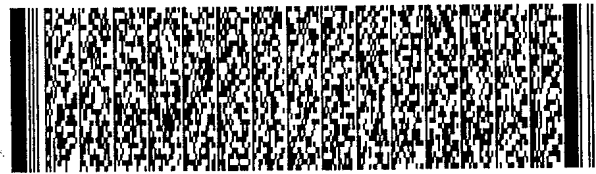
## 五、發明說明 (19)

可相容於電路模擬器要求之格式460。使用轉換的裝置屬性，呼叫電路模擬器，產生電路屬性465。電路屬性之例子係身為時間函數之電壓與電流、雜訊分析、扭曲分析、以及敏感性分析。藉著對應的電路屬性更新適當的模擬資料庫案例470。

圖9A在本發明之一實施例中原位利用基於輪廓的模擬資料庫之操作步驟流程表。由度量裝置測量離開晶圓之測試光柵之信號600。選定基於輪廓的模擬資料庫中之最佳匹配的信號案例610。確定模擬類型620，以存取關聯於最佳匹配的模擬資料庫案例之模擬資料630。顯示從基於輪廓的模擬資料庫而來之所要求的資訊640。製程控制參數、信號、輪廓資料、製造屬性、裝置屬性、及/或電路屬性均得顯示。

舉例而言，在微影與蝕刻製程後晶圓中之測試光柵由光學度量裝置測量，產生所測得的繞射光譜。比較測試光柵之繞射光譜，選定模擬資料庫之最佳匹配的案例且取出測試光柵之輪廓資料。所要求的資訊包含關聯於互連線裝置模擬之電性裝置屬性。顯示從模擬資料庫而來的對應於測試光柵之輪廓資料之電容值、電阻值、與電感值資訊。

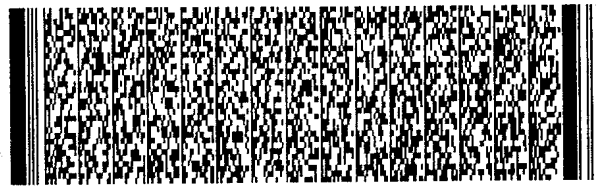
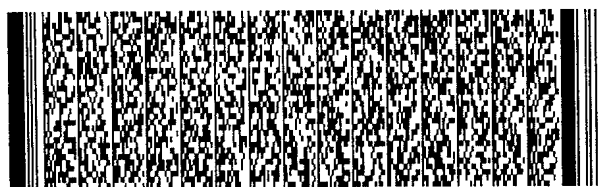
圖9B係在本發明之一實施例中即時詢問使用基於輪廓的模擬資料庫之操作步驟流程表。使詢問類型與查詢所給的資料對於基於輪廓的模擬資料庫有效化700。選定基於輪廓的模擬資料庫中符合詢問類型與查詢所給的資料之案例720。顯示從基於輪廓的模擬資料庫之選出的案例而來



## 五、發明說明 (20)

之所要求的資訊730。舉例而言，倘若詢問類型係微影模擬之製程控制參數且查詢所給的資料係電性導電值，則所顯示的資訊得包括輪廓CD與用於微影製程之焦點、曝光、PEB溫度、光阻厚度、與抗反射塗佈厚度之資料。反之，倘若詢問類型係裝置屬性且查詢所給的資料係繞射信號，則所顯示的資訊得包括電容值與其他裝置屬性。另外，倘若詢問係通孔之輪廓資料且查詢所給的資料係由用於電路之身為時間函數之電壓與電流所組成，則所顯示的資料得包括輪廓形狀與輪廓之CD。請瞭解熟悉此項技藝之人士可規劃眾多不同的詢問類型與查詢所給的資料之各種組合，以獲得從基於輪廓的模擬資料庫所顯示的正確資訊。

圖10顯示在本發明之一實施例中基於輪廓的模擬資料庫之模擬資料庫格式。資料庫格式800包括信號801、輪廓資料803、與模擬資料區段804，其包含模擬類型805、製程控制參數或輸入參數807、以及製造、裝置、及/或電路屬性809。對於一給定的信號801與對應的輪廓資料803而言，得有若干個模擬類型805、製程控制參數或輸入參數807、與製造、裝置及/或電路屬性809之模擬資料區段804。模擬類型805包括製程模擬、裝置模擬、電路模擬、組合的製造與裝置模擬、組合的裝置與電路模擬、或組合的製造、裝置、與電路模擬。製程模擬之例子包括微影、蝕刻、佈植、氧化、CMP、擴散、沉積與蝕刻、沉積與重熔流佈、2維製程、3維製程模擬、外加前述製程之各種組合。裝置模擬之例子包括互連線、靜電放電、光學裝置、



## 五、發明說明 (21)

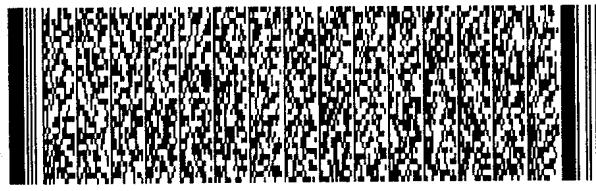
電源裝置、化合物裝置、以及其他裝置模擬。電路模擬之例子包括暫態信號、信號整全度、雜訊、與其他電路模擬。

圖10顯示用於互連線裝置模擬與組合的製程與裝置模擬之模擬資料庫格式之例子。在互連線裝置模擬之例子1中，信號係表示成使用橢圓偏光計之光學度量量測資料之代表數值。此例子具有一模擬資料區段，其中關鍵輸入參數係輪廓資料且裝置屬性係電容值、電感值、與電阻值。例子2代表一模擬資料庫案例，儲存從兩個相鏈結的模擬而來的資料，亦即鏈結至互連線裝置模擬之微影與蝕刻製程模擬。每一模擬具有一對應的模擬資料區段。製程模擬產生製造屬性，用作為裝置模擬之輸入。熟悉此項技藝之人士瞭解依循前述例子所闡述的相同概念與原則，製程、裝置、與電路模擬之各種組合將導致模擬資料區段之對應的組合。

圖11A顯示光學度量CD與從遮罩CD來的電CD間之差異 $\Delta W$ 之關連。 $CD_{\text{光學度量}}$ 係由一光學度量裝置例如橢圓偏光計或反射計所確定的構造之臨界尺寸。 $CD_{\text{遮罩}}$ 係設計於遮罩中的臨界尺寸例如構造之頂部CD。 $CD_{\text{電}}$ 係基於電性性質之構造之臨界尺寸，且係由基礎方程式： $V/I = R$ 所導出，其中V係電壓、I係電流、且R係電阻值。電阻值R等於電阻係數 $\rho$ 除以面積A：

$$R = \rho / A = \rho / H * CD_{\text{電}}$$

此處H係構造之高度且 $CD_{\text{電}}$ 係有效寬度。構造材料之電阻係



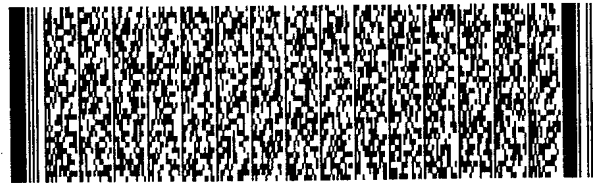
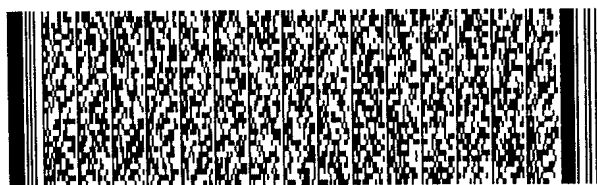
## 五、發明說明 (22)

數  $\rho$  與  $H$  一般為常數，而控制構造之電阻值之  $CD_{電}$  係變數。圖11A中之圖表811顯示光學度量  $CD$  與  $\Delta W$  間之緊密關聯， $\Delta W$  係電  $CD$  與遮罩  $CD$  間之差異，加權平均圖表係一直線。此經驗的資料闡釋了前述各種實施例中之基於輪廓的模擬資料庫之實用性。

圖11B顯示全輪廓監視製程比僅  $CD$  監視或無輪廓監視的製程具有變動更少的底部  $CD$  與物件側壁角。使用指數加權移動平均控制器與第一階積分移動平均擾動產生器所獲得的經驗的資料指示出在微影模擬中底部  $CD$  之全輪廓控制821相較於僅  $CD$  控制825或無控制823提供了底部  $CD$  之最小變動於上方圖表。類似地，下方圖表中基於經驗的資料指示出在微影模擬中側壁角之全輪廓控制835相較於僅  $CD$  控制833或無控制831提供了側壁角之最小變動。類似於圖11A，此等基於經驗的資料之圖表顯示前述各種實施例中之基於輪廓的模擬資料庫之實用性。

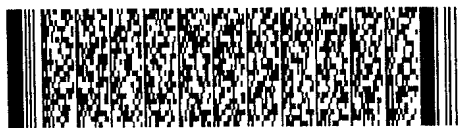
在IC製造中基於輪廓的模擬資料庫有許多用途。本發明之概念與原則可應用至IC製程步驟、裝置、或電路之模擬。熟悉此項技藝之人士明瞭產生且應用基於輪廓的模擬資料庫之概念與原則亦應用至製程與裝置模擬、裝置與電路模擬、或製程、裝置、與電路模擬之組合。

本發明之前述實施例僅作為舉例與闡釋說明之用，無意限制本發明至所說明的特定型式。尤其，本文所說明之本發明之功能性實施得均等地由硬體、軟體、韌體、及/或其他可得的功能性構件或建構區塊加以實現。



## 五、發明說明 (23)

在前述教室之光照下可進行其他變化例與實施例，因此本發明之範圍無意由【實施方式】所限制，而僅由申請專利範圍所限制。



## 圖式簡單說明

## 五、【圖示之簡單說明】

圖1顯示資料從IC製程控制流動至各種製造領域且從各製造領域回饋至IC製程控制之先前技藝架構圖。

圖2對照著實際微影製程步驟層狀物件輪廓與典型上產生於微影模擬器中之物件輪廓之先前技藝架構圖。

圖3對照著實際微影與蝕刻製程步驟之互連線剖面與產生於互連線模擬器之典型的互連線剖面之先前技藝架構圖。

圖4顯示使用光學度量系統以確定週期構造之輪廓之架構圖。

圖5A顯示在本發明之一實施例中使用裝置模擬器產生模擬資料庫之架構圖。

圖5B顯示在本發明之一實施例中產生互連線模擬資料庫之架構圖。

圖6A顯示在本發明之一實施例中使用製程模擬器產生基於輪廓的模擬資料庫之架構圖。

圖6B顯示在本發明之一實施例中使用製造與裝置模擬器產生基於輪廓的模擬資料庫之架構圖。

圖6C顯示在本發明之一實施例中使用製程製造、裝置、與電路模擬器產生基於輪廓的模擬資料庫之架構圖。

圖7A顯示在本發明之一實施例中詢問與即時地使用模擬資料庫之架構圖。

圖7B顯示在本發明之一實施例中原位使用模擬資料庫於各種製造步驟中之架構圖。



## 圖式簡單說明

圖8A係在本發明之一實施例中使用輪廓數據庫資料產生基於輪廓的模擬資料庫之操作步驟流程表。

圖8B係在本發明之一實施例中使用測試光柵產生基於輪廓的模擬資料庫之操作步驟流程表。

圖9A係在本發明之一實施例中原位使用基於輪廓的模擬資料庫之操作步驟流程表。

圖9B係在本發明之一實施例中線上詢問基於輪廓的模擬資料庫之操作步驟流程表。

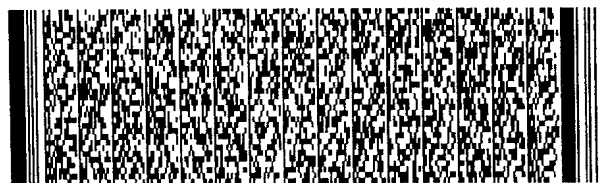
圖10顯示在本發明之一實施例中基於輪廓的模擬資料庫之資料庫格式。

圖11A顯示電CD與遮罩CD之光學度量CD與差異 $\Delta W$ 之關聯。

圖11B顯示全輪廓監視製程之底部CD與物件側壁角比CD監視或無輪廓監視更少變動。

## 元件符號說明：

- 21 IC製造目標
- 23 IC製程控制
- 24 製造計畫
- 25 薄膜製程、沉積、或化學機械拋光
- 26 IC製程
- 27 微影
- 29 蝕刻
- 31 佈植



## 圖式簡單說明

- 32 設計與總體製造回饋
- 33, 35 光阻剝除
- 34 製程回饋
- 37 熱製程
- 39 IC測試和封裝
- 40 光學度量系統
- 41 度量信號源
- 43 度量信號
- 47 晶圓
- 49 反射信號
- 50 寬度
- 51 度量信號接收器
- 53 作為標靶的週期構造
- 55 度量平台
- 57 反射信號資料
- 59 度量輪廓系統
- 61 自旋塗佈
- 63 軟式烘烤
- 65 曝光
- 67 曝光後烘烤
- 69 顯影
- 71 實際的構造輪廓
- 73 微影模擬器
- 75 設計的構造輪廓





## 圖式簡單說明

- 81 互連線設計
- 83 製造
- 85 測試
- 87 所製成的互連線剖面
- 91 設計的互連線剖面
- 100 基於輪廓的模擬資料庫之產生
- 101 製程設計器
- 103 測試光柵遮罩設計器
- 105 IC製造器
- 107 度量裝置
- 109 輪廓應用伺服器
- 110 輪廓數據庫
- 111 模擬資料庫產生器
- 113 裝置模擬器
- 115 模擬資料器
- 120 基於輪廓的互連線模擬資料庫
- 121 製程設計器
- 123 測試光柵遮罩設計器
- 125 IC製造器
- 127 度量裝置
- 129 輪廓應用伺服器
- 130 基於輪廓的模擬資料庫之產生
- 131 模擬資料庫產生器
- 132 製程控制參數



## 圖式簡單說明

- 133 互連線模擬器
- 134 製造屬性
- 135 模擬資料庫
- 136 裝置屬性
- 137 度量模擬器
- 138 電路屬性
- 139 模擬資料庫產生器
- 140 基於輪廓的模擬資料庫之產生
- 141 電路模擬器
- 142 計算的繞射信號
- 149 模擬資料庫
- 150 基於輪廓的模擬資料庫之產生
- 201 詢問裝置
- 203 詢問
- 205 回應
- 207 模擬資料庫伺服器
- 209 詢問
- 211 即時查詢裝置
- 213 回應
- 215 取模擬資料庫
- 225 薄膜、沉積、或CMP
- 227 微影
- 229 蝕刻
- 231 佈植



## 圖式簡單說明

- 233 蝕刻後PR剝除
- 235 佈植後PR剝除
- 237 熱製程
- 250 資料庫伺服器
- 255 模擬資料庫
- 800 模擬資料資料庫格式
- 801 信號
- 803 輪廓資料
- 804 模擬資料區段
- 805 模擬類型
- 807 製程控制參數或輸入參數
- 809 製造、裝置、及/或電路屬性
- 821 全輪廓控制
- 823 無控制
- 825 CD控制
- 831 無控制
- 833 CD控制
- 835 全輪廓控制



## 六、申請專利範圍

1. 一種基於輪廓的模擬資料庫之產生方法，用於一積體電路，利用一個或多個模擬，該方法包含：

使用選出的一組製程控制參數模擬一個或多個製程，該製程模擬產生製造屬性；

藉著一度量模擬器產生計算的信號，該度量模擬器使用從該製造屬性而來的輪廓資料，該輪廓資料包含從該一個或多個製程模擬所導致的構造之輪廓形狀與臨界尺寸；以及

產生模擬資料庫案例，該案例包括輪廓資料與對應的計算的信號、模擬類型、及關聯的製程控制參數與製造屬性；

其中該模擬類型係所進行的該一個或多個模擬之特徵。

2. 如申請專利範圍第1項之基於輪廓的模擬資料庫之產生方法，其中該模擬一個或多個製程包含：

使用選出的一第一組製程控制參數來模擬一薄膜、沉積、或化學機械拋光製程；以及

使用選出的一第二組製程控制參數來模擬微影製程。

3. 如申請專利範圍第1項之基於輪廓的模擬資料庫之產生方法，其中該模擬一個或多個製程包含：

使用選出的一第一組製程控制參數來模擬一微影製程；以及



## 六、申請專利範圍

使用選出的一第二組製程控制參數來模擬一蝕刻製程。

4. 如申請專利範圍第1項之基於輪廓的模擬資料庫之產生方法，其中該模擬一個或多個製程包含：

使用選出的一第一組製程控制參數來模擬一微影製程；以及

使用選出的一第二組製程控制參數來模擬一佈植製程。

5. 如申請專利範圍第1項之基於輪廓的模擬資料庫之產生方法，其中該模擬一個或多個製程包含：

使用選出的一第一組製程控制參數來模擬一蝕刻製程；以及

使用選出的一第二組製程控制參數來模擬一光阻剝除製程。

6. 如申請專利範圍第1項之基於輪廓的模擬資料庫之產生方法，其中該模擬一個或多個製程包含：

使用選出的一第一組製程控制參數來模擬一佈植製程；以及

使用選出的一第二組製程控制參數來模擬一光阻剝除製程。



## 六、申請專利範圍

7. 一種基於輪廓的模擬資料庫之產生方法，用於一積體電路，利用一個或多個模擬，該方法包含：

使用選出的一組輸入參數來模擬一個或多個裝置，該裝置模擬產生裝置屬性，該組輸入參數包括對應於該一個或多個模擬的裝置之輪廓資料；

藉著一度量模擬器產生計算的信號，該度量模擬器使用對應於該一個或多個模擬的裝置之輪廓資料；以及

產生模擬資料庫案例，該案例包括輪廓資料與對應的計算的信號、模擬類型、製程控制參數、與製造屬性；

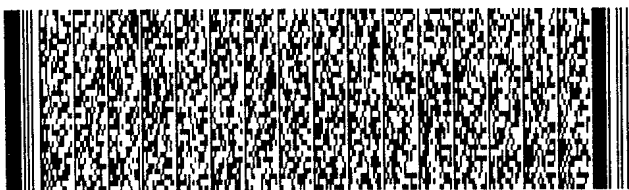
其中該模擬類型係所進行的該一個或多個模擬之特徵。

8. 如申請專利範圍第7項之基於輪廓的模擬資料庫之產生方法，其中選出的該組輸入參數包含具有輪廓資料之一輪廓數據庫，該輪廓資料包括該一個或多個模擬的裝置之輪廓。

9. 一種基於輪廓的模擬資料庫之產生方法，用於一積體電路，利用一個或多個模擬，該方法包含：

使用選出的一組輸入參數來模擬一個或多個電路，一電路係具有一個或多個裝置，該電路模擬產生電路屬性，該組輸入參數包括對應於該模擬的一個或多個電路之該一個或多個裝置的輪廓資料；

藉著一度量模擬器產生計算的信號，該度量模擬器使



## 六、申請專利範圍

用對應於該模擬的一個或多個電路之該一個或多個裝置的輪廓資料；以及

產生模擬資料庫案例，該案例包括計算的信號、輪廓資料、模擬類型、製程控制參數、與電路屬性；

其中該模擬類型係所進行的該一個或多個模擬之特徵。

10. 如申請專利範圍第9項之基於輪廓的模擬資料庫之產生方法，其中該模擬的一個或多個電路包括傳輸線、電阻、電容、電感、放大器、開關、二極體、或電晶體。

11. 一種基於輪廓的模擬資料庫之產生方法，用於一積體電路，利用一個或多個模擬，該方法包含：

使用選出的一組製程控制參數來模擬一個或多個製程，該製程模擬產生製造屬性；

藉著一度量模擬器產生計算的信號，該度量模擬器使用從該產生的製造屬性而來的輪廓資料，該輪廓資料包含從該一個或多個製程模擬所導致的構造之輪廓形狀與臨界尺寸；

使用由該一個或多個模擬的製程所產生的輪廓資料來模擬一個或多個裝置；以及

產生模擬資料庫案例，該案例包括從該產生的製造屬性而來的輪廓資料、對應的計算的信號、模擬類型、與關聯的製程控制參數與裝置屬性；



## 六、申請專利範圍

其中該模擬類型係所進行的該一個或多個模擬之特徵。

12. 如申請專利範圍第11項之基於輪廓的模擬資料庫之產生方法，其中該模擬的一個或多個製程包括一微影模擬與一蝕刻模擬且其中該一個或多個裝置模擬包括一互連線模擬。

13. 一種基於輪廓的模擬資料庫之產生方法，用於一積體電路，該方法包含：

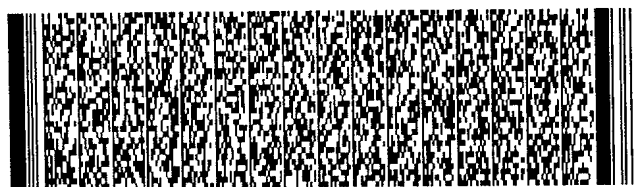
使用選出的一組輸入參數來模擬一個或多個裝置，該裝置模擬產生裝置屬性，該組輸入參數包括該一個或多個模擬的裝置之輪廓資料；

藉著一度量模擬器產生計算的信號，該度量模擬器使用該一個或多個模擬的裝置之輪廓資料；

使用從該一個或多個裝置模擬所產生的該裝置屬性作為輸入參數來模擬一個或多個電路，該電路模擬產生電路屬性；以及

產生模擬資料庫案例，該案例包括輪廓資料與對應的計算的信號、模擬類型與關聯的輸入參數、裝置屬性、與電路屬性；

其中該模擬類型係所進行的該一個或多個模擬之特徵。





## 六、申請專利範圍

14. 如申請專利範圍第13項之基於輪廓的模擬資料庫之產生方法，其中該一個或多個裝置模擬包括一電源裝置模擬與一互連線模擬。

15. 如申請專利範圍第13項之基於輪廓的模擬資料庫之產生方法，其中該一個或多個電路模擬包括一傳輸線模擬與一放大器模擬。

16. 一種基於輪廓的模擬資料庫之產生方法，用於一積體電路，利用一個或多個模擬，該方法包含：

使用選出的一組製程控制參數來模擬一個或多個製程，該製程模擬產生製造屬性；

藉著一度量模擬器產生計算的信號，該度量模擬器使用從該產生的製造屬性而來的輪廓資料，該輪廓資料包含從該一個或多個製程模擬所導致的構造之輪廓形狀與臨界尺寸；

使用由該一個或多個模擬的製程所產生的輪廓資料來模擬一個或多個裝置；

使用從該一個或多個裝置模擬所產生的裝置屬性作為輸入參數來模擬一個或多個電路，該電路模擬產生電路屬性；以及

產生模擬資料庫案例，該案例包括輪廓資料、對應的計算的信號、模擬類型、與關聯的製程控制參數、製造屬性、裝置屬性、與電路屬性；



## 六、申請專利範圍

其中該模擬類型係所進行的該一個或多個模擬之特徵。

17. 如申請專利範圍第16項之基於輪廓的模擬資料庫之產生方法，其中該一個或多個製程模擬包括一微影模擬，該一個或多個裝置模擬包括一互連線模擬，且該一個或多個電路模擬包括一傳輸線模擬。

18. 一種基於輪廓的模擬資料庫之產生方法，用於一積體電路，該方法包含：

藉著一度量裝置測量一個或多個測試光柵，其中該測試光柵係用以模型化一積體電路設計及/或製程之效果；

藉著該度量裝置產生所測得的信號；

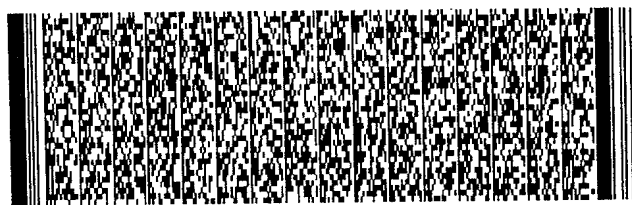
轉換該測得的信號成對應於該測得的測試光柵之輪廓資料；

使用該轉換輪廓資料作為一組輸入參數來模擬一個或多個裝置，該裝置模擬產生裝置屬性；以及

產生模擬資料庫案例，該案例包括輪廓資料、對應的所測得的信號、模擬類型、與關聯的裝置屬性；

其中該模擬類型係所進行的該一個或多個模擬之特徵。

19. 如申請專利範圍第18項之基於輪廓的模擬資料庫之產生方法，其中轉換該測得的信號成製程控制參數更包含：



## 六、申請專利範圍

比較離開該測試光柵之該測得的信號與計算的信號之一數據庫之案例，計算的信號之該數據庫之該案例具有包含計算的信號與輪廓資料之資料元素；

選擇該計算的信號之數據庫中對應的最佳匹配案例；以及

從該計算的信號之數據庫之該選出的最佳匹配案例存取輪廓資料。

20. 如申請專利範圍第18項之基於輪廓的模擬資料庫之產生方法，其中該一個或多個裝置模擬係互連線模擬。

21. 如申請專利範圍第18項之基於輪廓的模擬資料庫之產生方法，其中測量該測試光柵更包含：

設計該測試光柵以獲得該積體電路之互連線幾何組態；

製造該設計的測試光柵；以及

藉著該度量裝置測量該製造的測試光柵。

22. 如申請專利範圍第18項之基於輪廓的模擬資料庫之產生方法，其中該裝置屬性包括該互連線之電阻值、電感值、電容值、電位、溫度、與電流密度分布。

23. 一種即時使用模擬資料庫之方法，該方法包含：

藉著一度量裝置測量一光柵，該光柵係模型化一積體



## 六、申請專利範圍

電路之一互連線幾何，該測量產生一測得的信號；以及  
獲得對應於離開該光柵之該測得的信號之互連線電性  
性質及/或熱性質。

24. 如申請專利範圍第23項之即時使用模擬資料庫之方法，其中獲得對應於離開該光柵之該測得的信號之互連線電性性質及/或熱性質更包含：

存取一模擬資料庫，該模擬的資料庫儲存案例具有包含信號與裝置屬性之資料元素，該裝置屬性包括互連線電性性質及/或熱性質；

比較該測得的信號與該模擬資料庫中該案例之該信號；

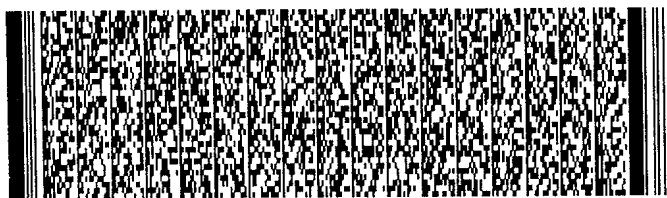
選擇該模擬資料庫之一最佳匹配案例；以及

存取關聯於該模擬的資料庫之該最佳匹配案例的該互連線電性性質及/或熱性質。

25. 如申請專利範圍第23項之即時使用模擬資料庫之方法，其中該互連線電性性質包括電容值、電感值、與電阻值。

26. 一種基於輪廓的模擬資料庫之產生方法，用於一積體電路，利用一度量模擬器，該方法包含：

使用一組製程控制參數來進行製程模擬，該製程模擬產生一組製造屬性與一組構造輪廓資料；



## 六、申請專利範圍

使用一度量模擬器計算對應於該組構造輪廓資料之一組模擬的信號；以及

產生一模擬資料庫之案例，該模擬資料庫之每一案例具有包含輪廓資料與對應的計算的信號之資料元素、模擬類型、及關聯的製程控制參數與製造屬性；

其中該模擬類型係所進行的該模擬之特徵。

27. 如申請專利範圍第26項之基於輪廓的模擬資料庫之產生方法，其中該製程模擬係一微影模擬。

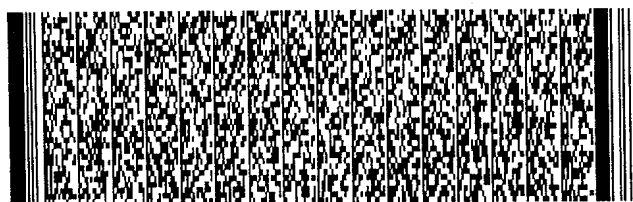
28. 如申請專利範圍第26項之基於輪廓的模擬資料庫之產生方法，其中該製程模擬係一組合的微影與蝕刻模擬。

29. 如申請專利範圍第26項之基於輪廓的模擬資料庫之產生方法，其中該製程模擬係一佈植模擬、擴散模擬、氧化模擬、沉積與蝕刻模擬、化學機械拋光模擬、沉積與重熔流佈模擬、2維製程模擬、或3維製程模擬。

30. 如申請專利範圍第26項之基於輪廓的模擬資料庫之產生方法，其中該度量模擬器係一光學度量模擬器。

31. 一種產生基於輪廓的模擬資料庫之系統，用於一積體電路，該系統包含：

一輪廓應用伺服器，建構成用以：



## 六、申請專利範圍

比較離開一晶圓中之一測試光柵的一測得的信號與一計算的信號數據庫之案例中的計算的信號，該數據庫案例儲存包含計算的信號與輪廓資料之資料元素，並且

選擇計算的信號之該數據庫之一最佳匹配案例；

一製程模擬器，建構成用以：

模擬一個或多個製程，並且

產生製造屬性利用輪廓資料關聯於計算的信號之該數據庫之該最佳匹配案例；以及

一模擬資料庫產生器，建構成用以：

產生一模擬資料庫之一案例，該模擬資料庫案例儲存有包含該輪廓資料、關聯的測得的信號、模擬類型、與該關聯的製造屬性之資料元素；

其中該模擬類型係所進行的該一個或多個製程模擬之特徵。

32. 一種產生基於輪廓的模擬資料庫之系統，用於一積體電路，該系統包含：

一輪廓應用伺服器，建構成用以：

比較離開一晶圓中之一測試光柵的一測得的信號與一計算的信號數據庫之案例中的計算的信號，該數據庫案例儲存有包含輪廓資料與關聯的計算的信號之資料元素，並且

選擇該計算的信號之數據庫之一最佳匹配案例；



## 六、申請專利範圍

一 裝置模擬器，建構成用以：

模擬一個或多個裝置，並且

利用關聯於該計算的信號之數據庫之該最佳匹配案例的輪廓資料產生裝置屬性；以及

一 模擬資料庫產生器，建構成用以：

產生一模擬資料庫之一案例，該模擬資料庫案例儲存有包含該輪廓資料、關聯的測得的信號、模擬類型、與關聯的裝置屬性之資料元素；

其中該模擬類型係所進行的該一個或多個裝置模擬之特徵。

33. 一種產生基於輪廓的模擬資料庫之系統，用於一積體電路，該系統包含：

一輪廓應用伺服器，建構成用以：

比較離開一晶圓中之一測試光柵之一測得的信號與一計算的信號數據庫之案例中之計算的信號，該數據庫案例儲存有包含輪廓資料與關聯的計算的信號之資料元素，並且

選擇該計算的信號之數據庫之一最佳匹配案例；

一 裝置模擬器，建構成用以：

模擬一個或多個電路，並且

利用關聯於該計算的信號數據庫之該最佳案例的輪廓資料產生電路屬性；以及

一 模擬資料庫產生器，建構成用以：



## 六、申請專利範圍

產生一模擬資料庫之一案例，該模擬資料庫案例儲存有包含該輪廓資料、關聯的測得的信號、模擬類型、與關聯的電路屬性之資料元素；

其中該模擬類型係所進行的該一個或多個電路模擬之特徵。

34. 一種產生基於輪廓的模擬資料庫之系統，用於一積體電路，該系統包含：

一製程模擬器，建構成用以：

模擬一個或多個製程使用一選出的組製程控制參數，該製程模擬產生製造屬性，該製造屬性包括構造輪廓資料；

一度量模擬器，建構成用以：

從該製程模擬器接收該構造輪廓資料，並且

使用一模擬的光柵產生計算的度量信號，該模擬的光柵具有一重複構造，其輪廓資料相同於所接收的該構造輪廓資料；

一模擬資料庫產生器，建構成用以：

產生一模擬資料庫之案例，每一模擬資料庫案例儲存有包含該輪廓資料、關聯的計算的信號、模擬類型、及關聯的製程控制參數與製造屬性之資料元素；

其中該模擬類型係所進行的該一個或多個製程模擬之特徵。





## 六、申請專利範圍

35. 一種產生基於輪廓的模擬資料庫之系統，用於一積體電路，該系統包含：

一製程模擬器，建構成用以：

模擬一個或多個製程使用一選出的組製程控制參數，該製程模擬產生製造屬性，該產生的製造屬性包括構造輪廓資料；

一度量模擬器，建構成用以：

從該製程模擬器接收該構造輪廓資料，並且使用一模擬的光柵產生計算的度量信號，該模擬的光柵具有一重複構造，其輪廓資料相同於所接收的該構造輪廓資料；

一裝置模擬器，建構成用以：

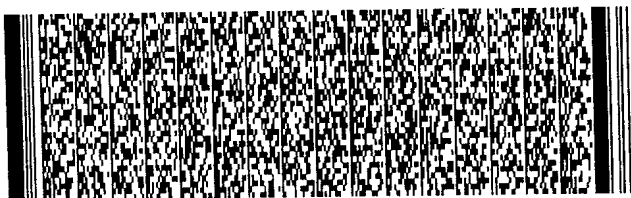
使用從該產生的製造屬性來的該輪廓資料模擬一個或多個裝置；

一模擬資料庫產生器，建構成用以：

產生一模擬資料庫之案例，每一模擬資料庫案例儲存有包含該輪廓資料、關聯的測得的信號、模擬類型、及關聯的製程控制參數、製造屬性、與裝置屬性之資料元素；

其中該模擬類型係所進行的該一個或多個製造或裝置模擬之特徵。

36. 一種產生基於輪廓的模擬資料庫之系統，用於一積體電路，該系統包含：



## 六、申請專利範圍

## 一 製程模擬器，建構成用以：

模擬一個或多個製程使用一選出的組製程控制參數，該製程模擬產生製造屬性，該產生的製造屬性包括構造輪廓資料；

## 一度量模擬器，建構成用以：

從該製程模擬器接收該構造輪廓資料，並且產生計算的離開模擬的光柵之度量信號，該模擬的光柵具有一重複構造，其輪廓資料相同於所接收的該對應的構造輪廓資料；

## 一裝置模擬器，建構成用以：

使用從該產生的製造屬性來的該輪廓資料模擬一個或多個裝置，該一個或多個裝置模擬產生裝置屬性；

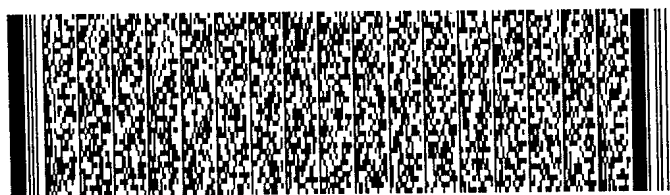
## 一電路模擬器，建構成用以：

使用從該一個或多個裝置模擬所產生的該裝置屬性作為輸入參數而模擬一個或多個電路，該一個或多個電路模擬產生電路屬性；

## 一模擬資料庫產生器，建構成用以：

產生一模擬資料庫之案例，每一模擬資料庫案例儲存有包含該輪廓資料、關聯的測得的信號、模擬類型、及關聯的製程控制參數、製造屬性、裝置屬性、與電路屬性之資料元素；

其中該模擬類型係所進行的該一個或多個製程、裝置、或電路模擬之特徵。



## 六、申請專利範圍

37. 一種產生基於輪廓的模擬資料庫之系統，用於一積體電路，該系統包含：

一度量模擬器，建構成用以：

產生計算的度量信號使用輸入輪廓資料；

一裝置模擬器，建構成用以：

模擬一個或多個裝置使用該輸入輪廓資料，該一個或多個裝置模擬產生裝置屬性；

一電路模擬器，建構成用以：

使用從該一個或多個裝置模擬所產生的該裝置屬性作為輸入參數而模擬一個或多個電路，該一個或多個電路模擬產生電路屬性；

一模擬資料庫產生器，建構成用以：

產生一模擬資料庫之案例，每一模擬資料庫案例儲存有資料元素包含該輪廓資料、關聯的測得的信號、模擬類型、及關聯的裝置屬性與電路屬性；

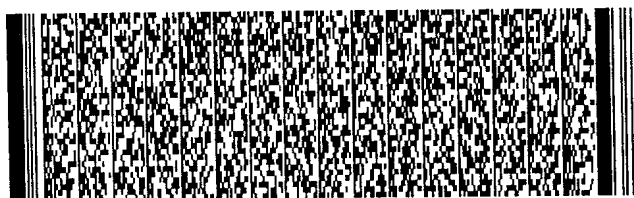
其中該模擬類型係所進行的該一個或多個裝置或電路模擬之特徵。

38. 一種即時詢問基於輪廓的模擬資訊之系統，用於一積體電路，該系統包含：

一查詢裝置，建構成用以：

送出一查詢，包含用於基於輪廓的模擬資料之詢問類型與查詢所給的資料，且

接收對於該查詢之一回應；



## 六、申請專利範圍

一 模擬資料庫伺服器，建構成用以：

處理該查詢與規劃該查詢之該回應；以及

一 模擬資料庫，建構成用以：

儲存具有包含輪廓資料、信號、與製程控制參數、及製造屬性之資料元素之案例；

其中從該查詢裝置接收一查詢之該模擬資料庫伺服器係存取該模擬資料庫之選擇的案例，其中該模擬資料庫之案例的選擇係由該詢問類型與查詢所給的資料所確定、規劃該查詢之該回應、且傳送該回應至該查詢裝置。

39. 如申請專利範圍第38項之即時詢問基於輪廓的模擬資訊之系統，其中該查詢裝置係一度量系統且該查詢所給的資料係由該度量系統所產生之一測得的繞射信號。

40. 如申請專利範圍第39項之即時詢問基於輪廓的模擬資訊之系統，其中該查詢所給的資料係該測得的繞射信號，且該查詢之該回應包含從該模擬資料庫之該選出的案例來的互連線電性裝置屬性。

41. 如申請專利範圍第38項之即時詢問基於輪廓的模擬資訊之系統，其中該查詢所給的資料係製程控制參數，包含焦點與數值孔徑，且該查詢之該回應係製造屬性，包含從該模擬資料庫之該選出的案例來的側壁角與頂部臨界尺寸。



## 六、申請專利範圍

42. 如申請專利範圍第38項之即時詢問基於輪廓的模擬資訊之系統，其中該查詢裝置、該模擬資料庫、與該模擬資料庫伺服器係包含於一邏輯裝置中。

43. 如申請專利範圍第42項之即時詢問基於輪廓的模擬資訊之系統，其中該邏輯裝置係耦合至一個或多個積體電路製程裝置。

44. 如申請專利範圍第43項之即時詢問基於輪廓的模擬資訊之系統，其中該積體電路製程裝置係一微影單元。

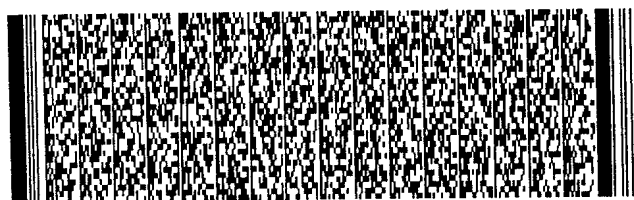
45. 如申請專利範圍第43項之即時詢問基於輪廓的模擬資訊之系統，其中該積體電路製程裝置係一光阻剝除單元。

46. 一種電腦可讀取儲存媒體，含有電腦可執行碼，為了提供有關一積體電路之基於輪廓的模擬資料的一詢問之一回應，指示該電腦操作如下：

從一查詢裝置接收一查詢，該查詢包含一詢問類型與查詢所給的資料；

存取一模擬資料庫之選出的一個或多個案例，該選擇係由該詢問類型與該查詢所給的資料所確定；以及

規劃對於該查詢之一回應且傳送該回應至該查詢裝置；



## 六、申請專利範圍

其中該模擬資料庫，儲存具有包含構造輪廓資料、製造屬性、信號、與製程控制參數之資料元素之案例。

47. 一種電腦可讀取儲存媒體，含有電腦可執行碼，為了產生用於一積體電路之一基於輪廓的模擬資料庫，指示該電腦操作如下：

使用製程控制參數來進行一製程模擬，該製程模擬產生製造屬性與構造輪廓資料；

使用一度量模擬器來計算用於該構造輪廓資料之一模擬的信號；以及

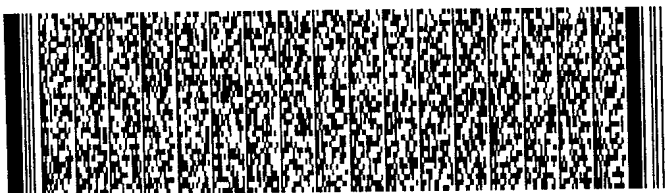
產生一模擬資料庫之一案例，該模擬資料庫之該案例具有包含該構造輪廓資料、該關聯的製造屬性、該模擬的信號、與該製程控制參數之資料元素。

48. 一種電腦可讀取儲存媒體，含有電腦可執行碼，為了產生用於一積體電路之一基於輪廓的模擬資料庫，指示該電腦操作如下：

使用一選出的組輸入參數來模擬一個或多個裝置，該裝置模擬產生裝置屬性，該組輸入參數包括對應於該一個或多個模擬的裝置之輪廓資料；

藉著一度量模擬器產生計算的信號，該度量模擬器使用對應於該一個或多個模擬的裝置之輪廓資料；以及

產生模擬資料庫案例，該案例包括計算的度量信號、輪廓資料、模擬類型、製程控制參數、與製造屬性；



## 六、申請專利範圍

其中該模擬類型係所進行的該一個或多個模擬之特徵。

49. 一種電腦可讀取儲存媒體，含有電腦可執行碼，為了產生用於一積體電路之一基於輪廓的模擬資料庫，指示該電腦操作如下：

使用一選出的組輸入參數來模擬一個或多個電路，一電路係具有一個或多個裝置，該電路模擬產生電路屬性，該組輸入參數包括對應於該模擬的一個或多個電路之該一個或多個裝置之輪廓資料；

藉著一度量模擬器產生計算的信號，該度量模擬器使用對應於該模擬的一個或多個電路之該一個或多個裝置之輪廓資料；以及

產生模擬資料庫案例，該案例包括計算的度量信號、輪廓資料、模擬類型、製程控制參數、與電路屬性；

其中該模擬類型係所進行的該一個或多個模擬之特徵。

50. 一種提供服務之方法，用以產生且應用一基於輪廓的模擬資料庫，用於一積體電路，該方法包含：

由一顧客與一賣方相互約定，由該顧客就用以產生且應用一基於輪廓的模擬資料庫之系統、製程、與程序之使用給付該賣方；以及

由該賣方提供該顧客關於用以產生且應用一基於輪廓



## 六、申請專利範圍

的模擬資料庫之系統、製程、與程序之存取權，該模擬資料庫儲存具有包含輪廓資料、度量信號、製程控制參數、與製造屬性之資料元素之案例。

51. 一種基於輪廓的模擬資料庫，用於一積體電路，該資料庫包含：

一模擬資料庫之一個或多個案例，該模擬資料庫之每一案例包括輪廓資料、關聯的度量信號、與一個或多個模擬資料區段；

其中該度量信號係對應於具有以該輪廓資料作為特徵的一輪廓之一積體電路構造；

其中每一資料區段包括模擬類型、關聯的製程控制參數或關聯的模擬輸入參數、與關聯的模擬屬性；且

其中該關聯的模擬屬性包含由使用該製程控制參數或該關聯的模擬輸入參數之該模擬所確定的資料。

52. 如申請專利範圍第51項之基於輪廓的模擬資料庫，其中該模擬屬性係製程屬性、裝置屬性、或電路屬性，取決於該模擬類型而定。





圖式

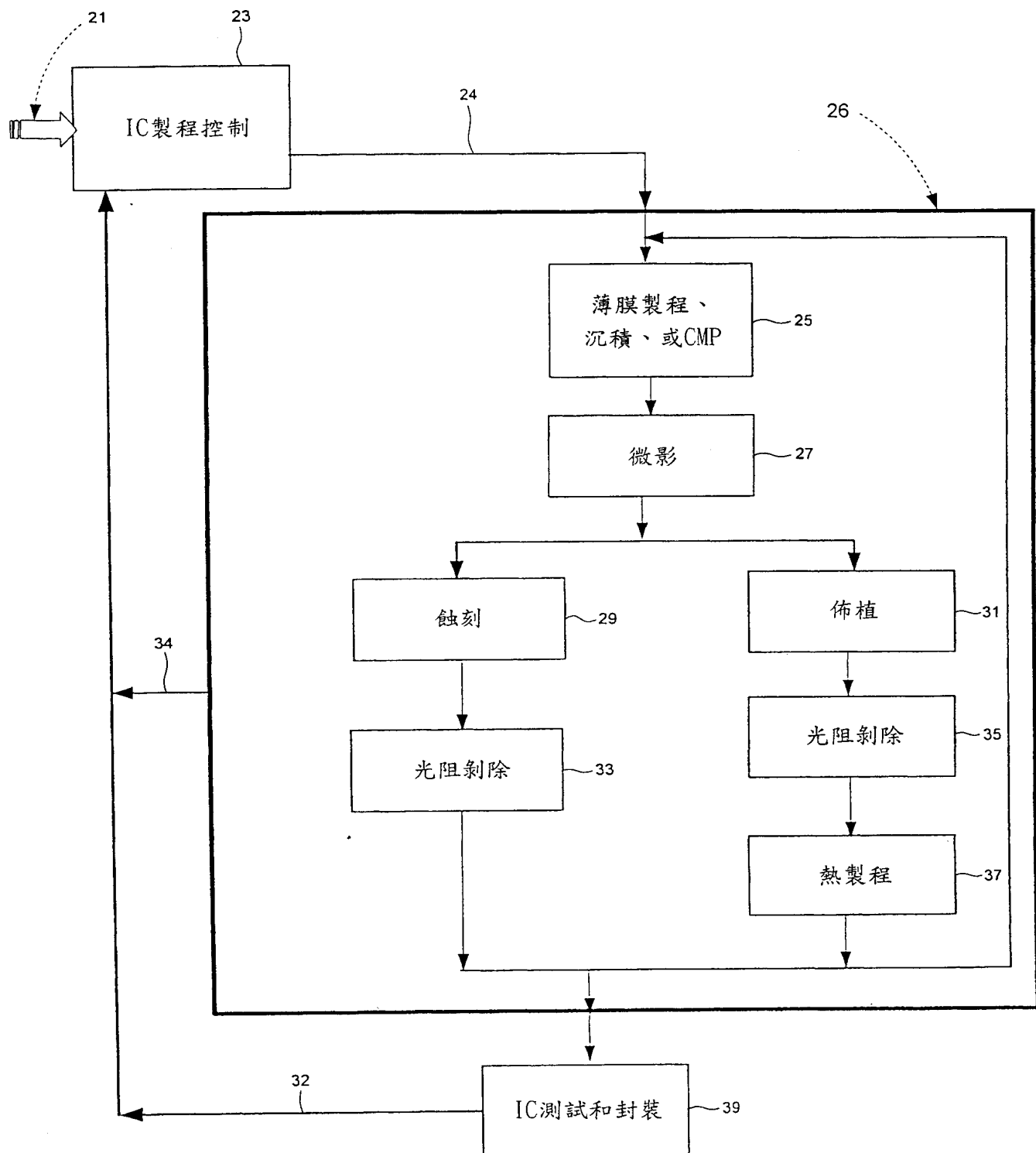


圖 1

圖式

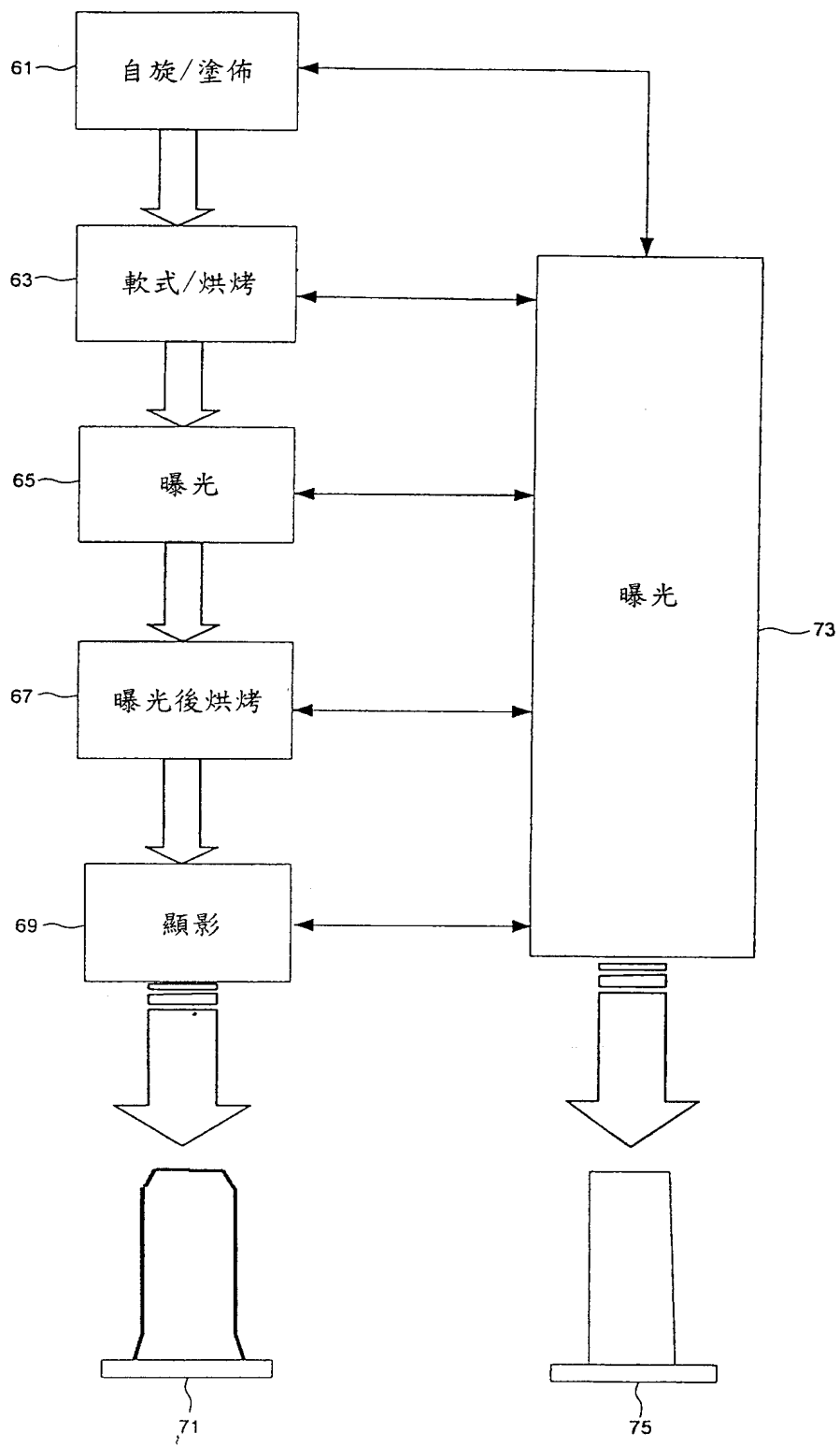


圖 2

圖式

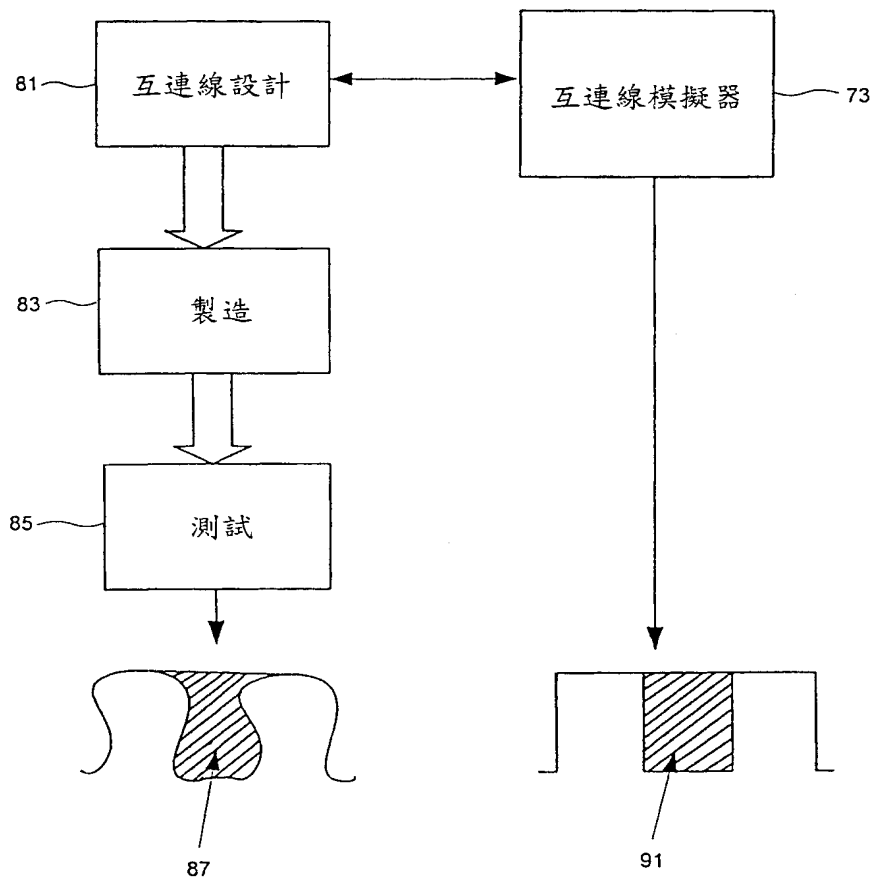


圖 3

圖式

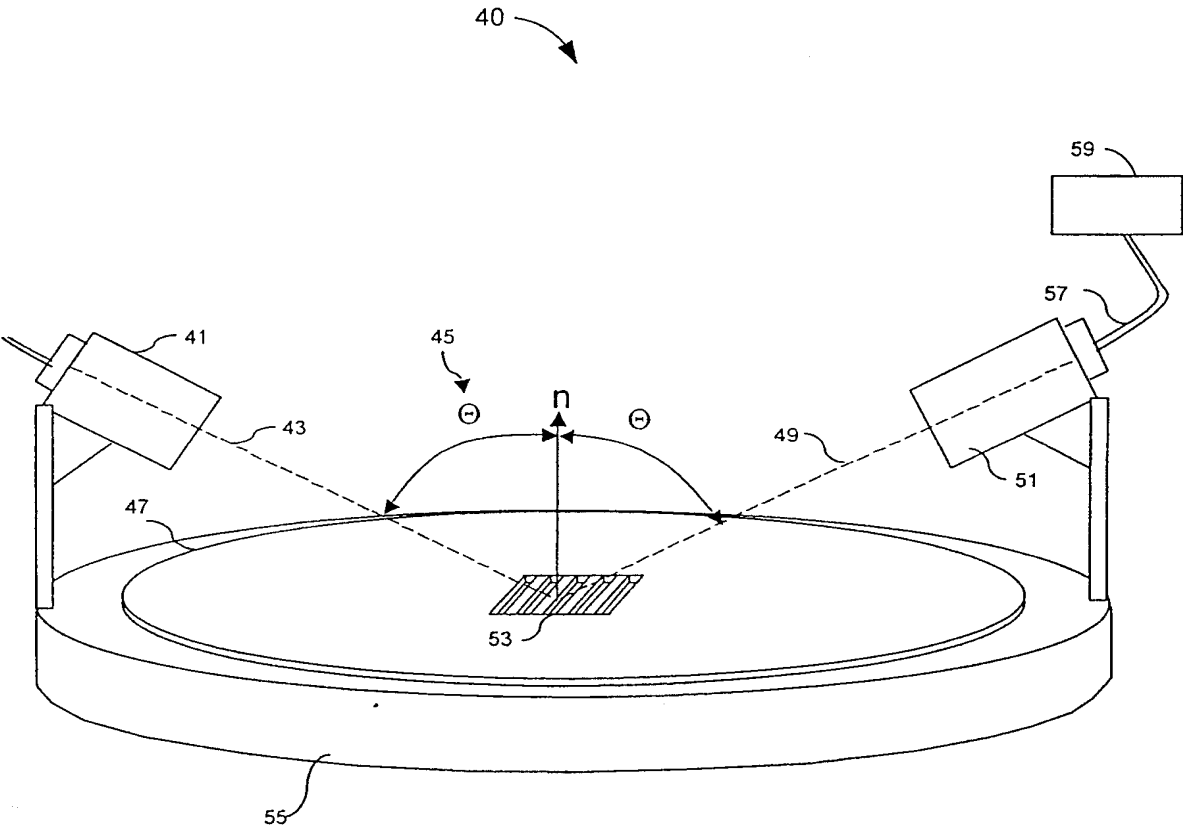


圖 4

圖式

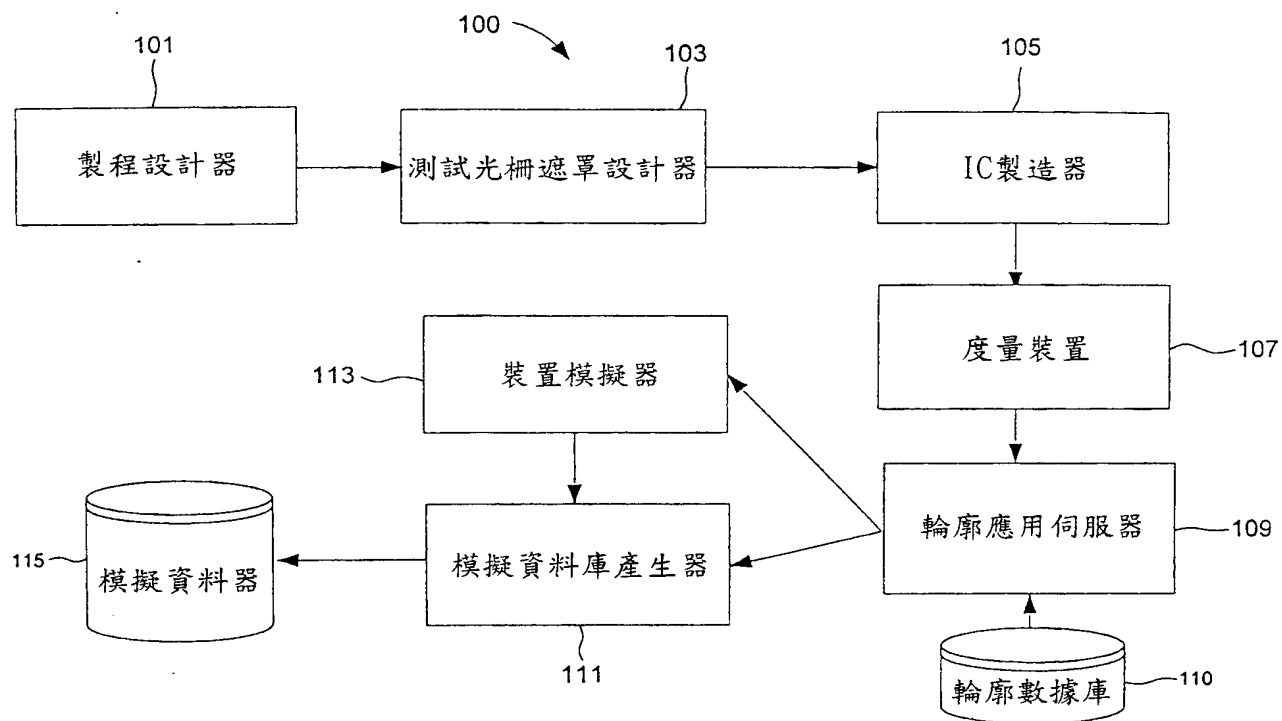


圖 5A

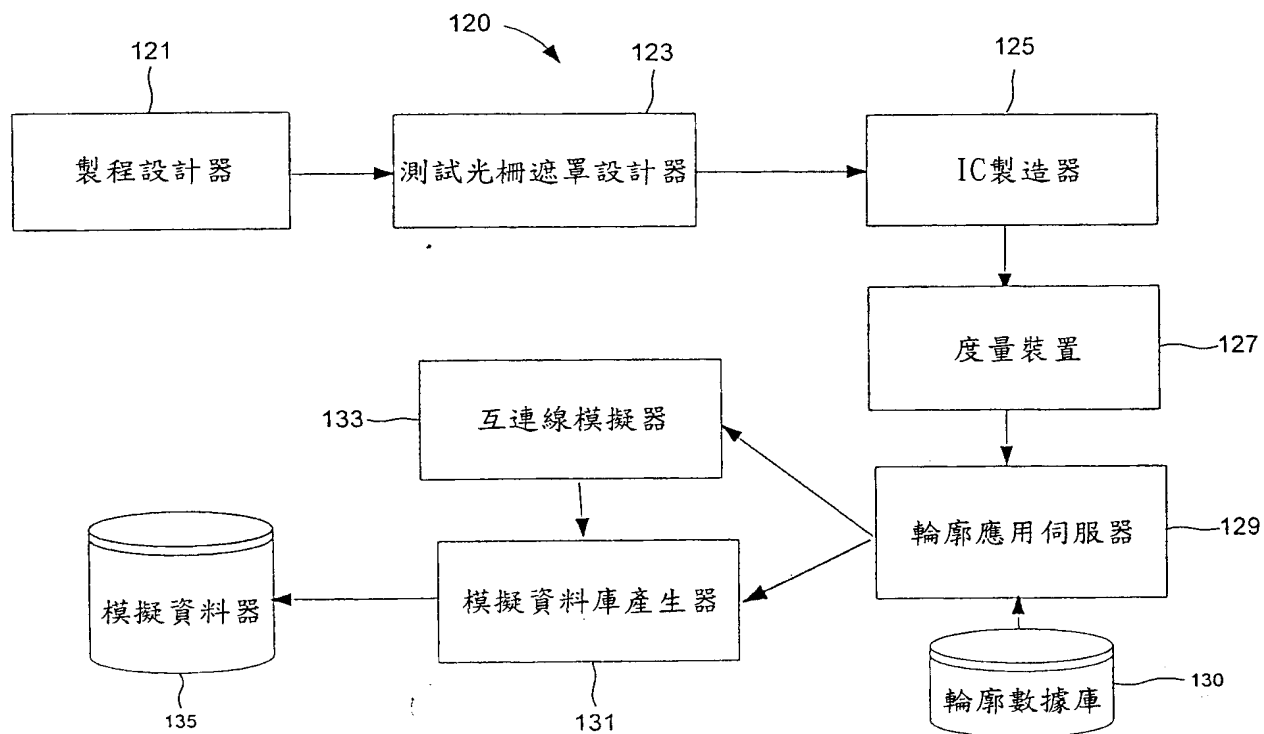


圖 5B

圖式

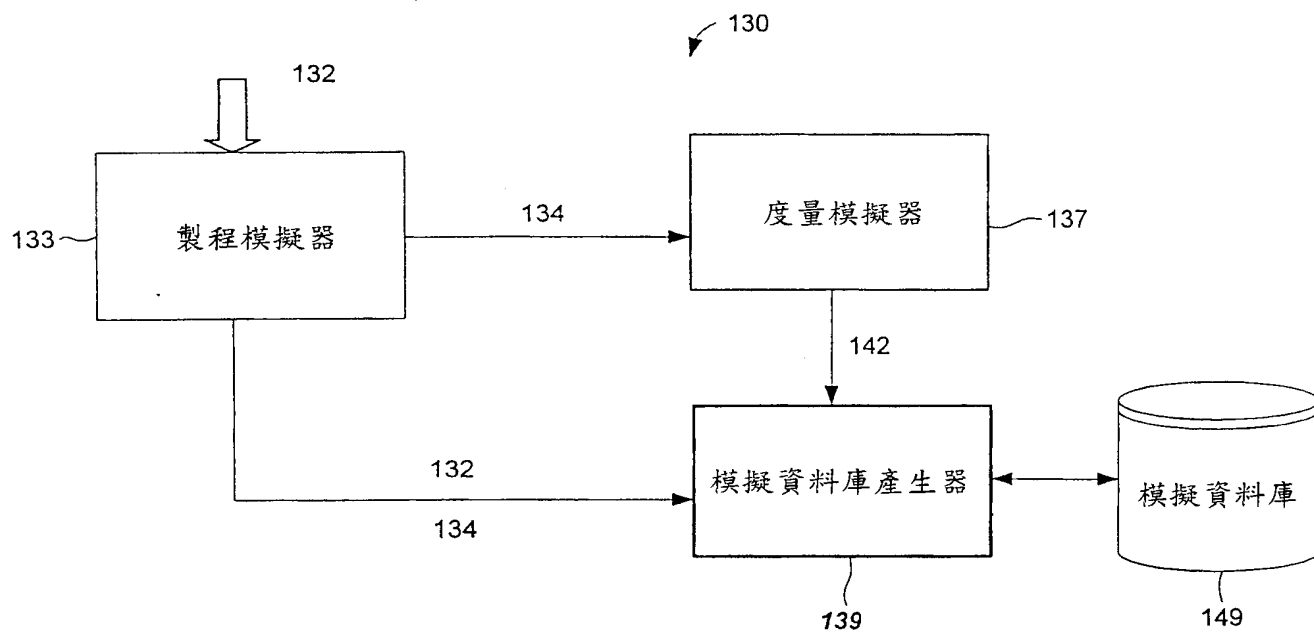


圖 6A

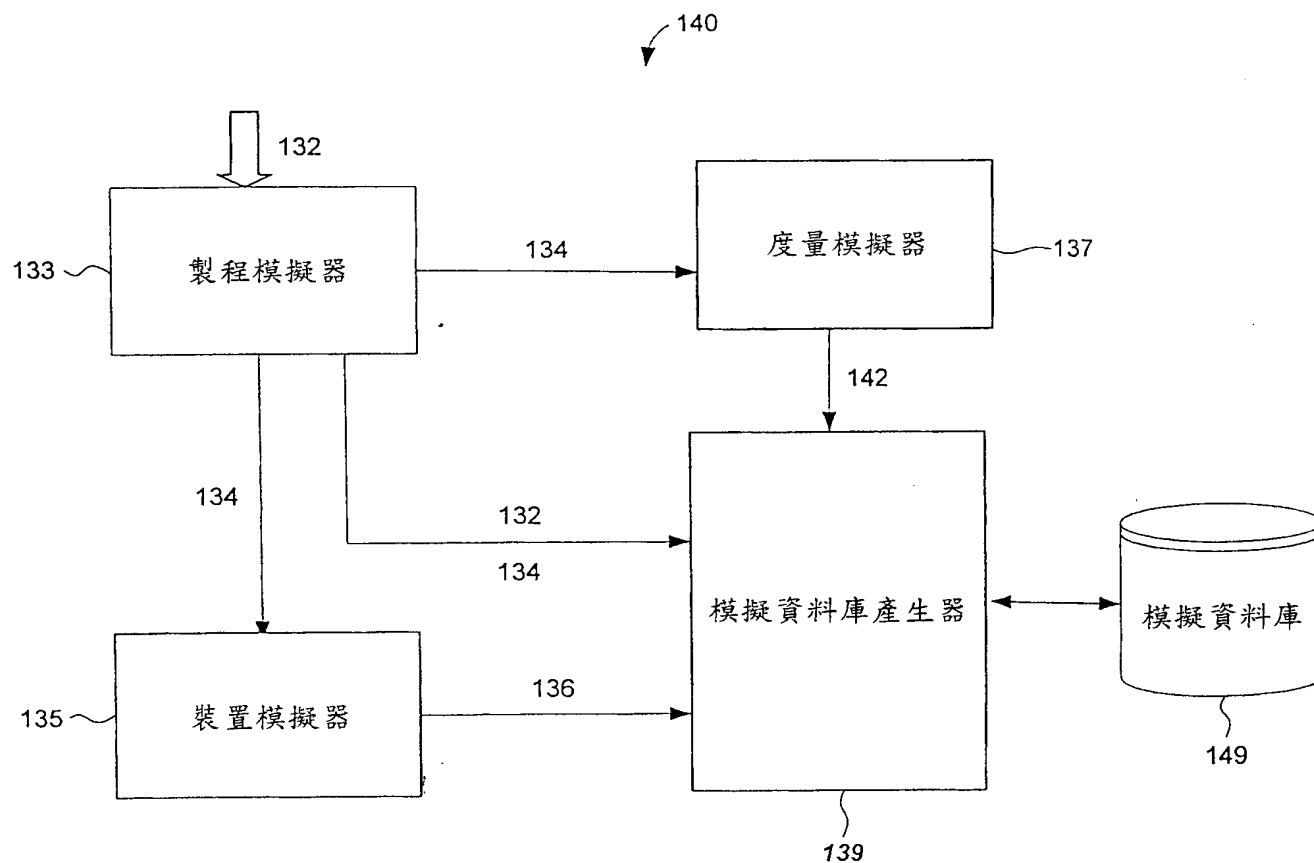


圖 6B

圖式

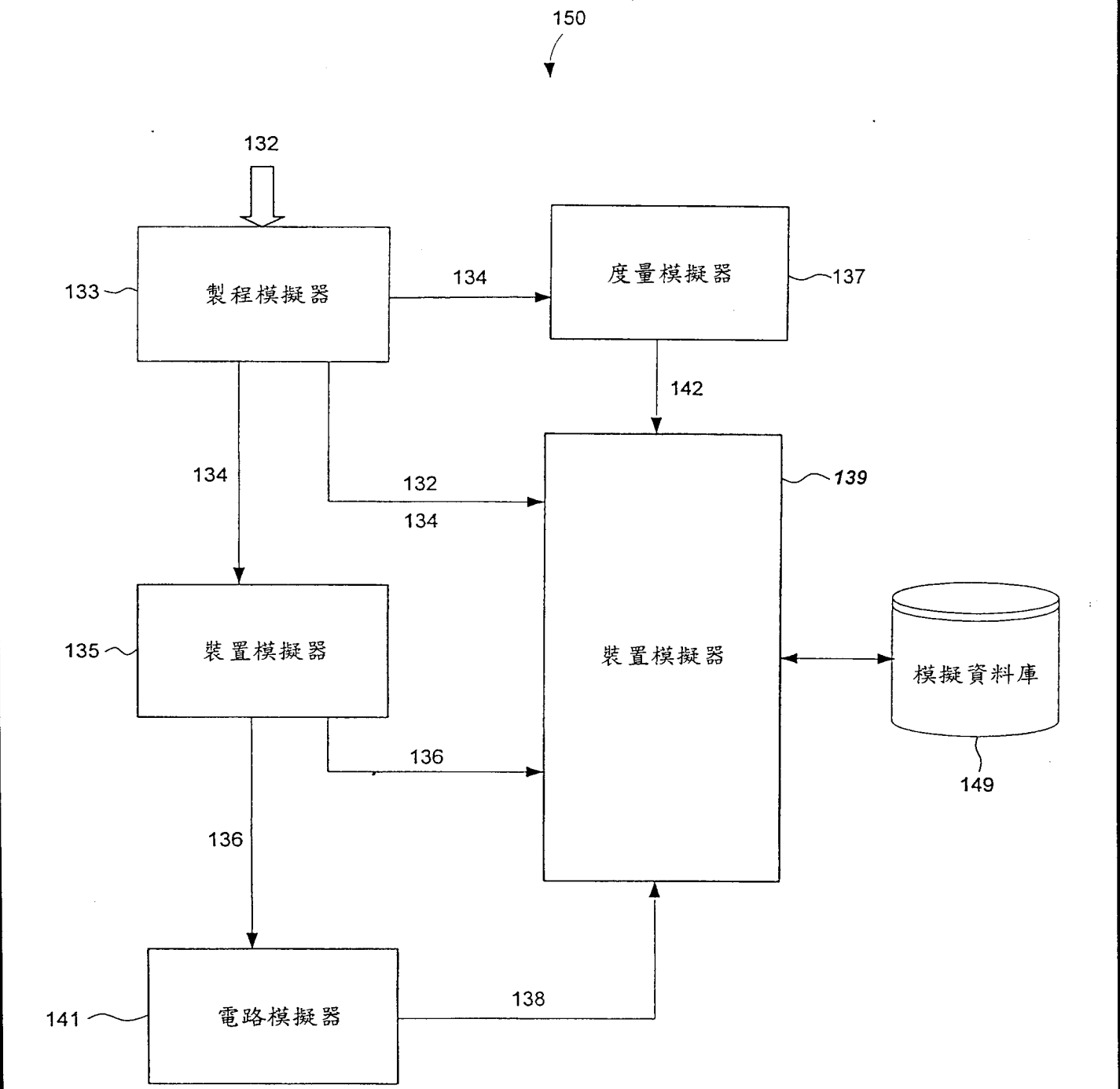


圖 6C

圖式

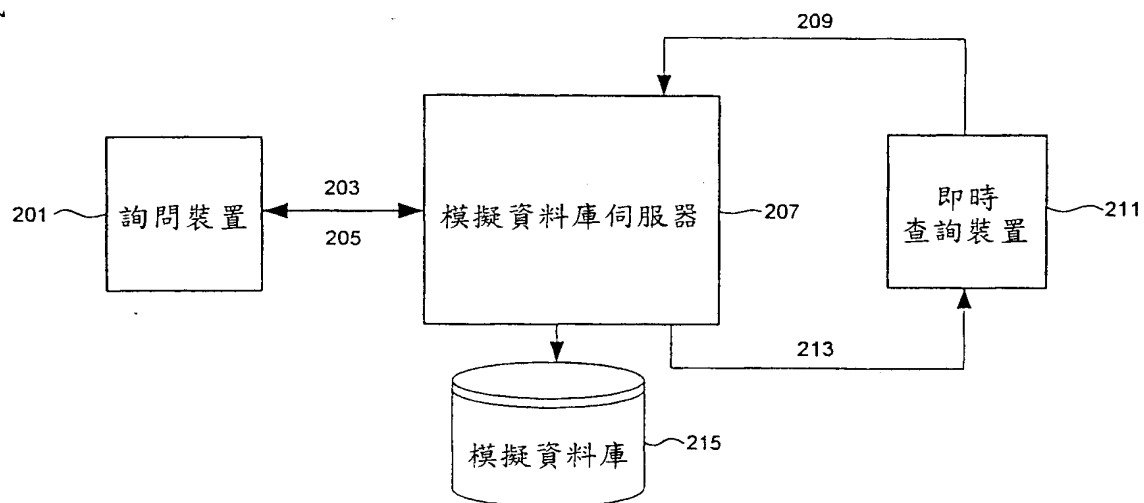


圖 7A

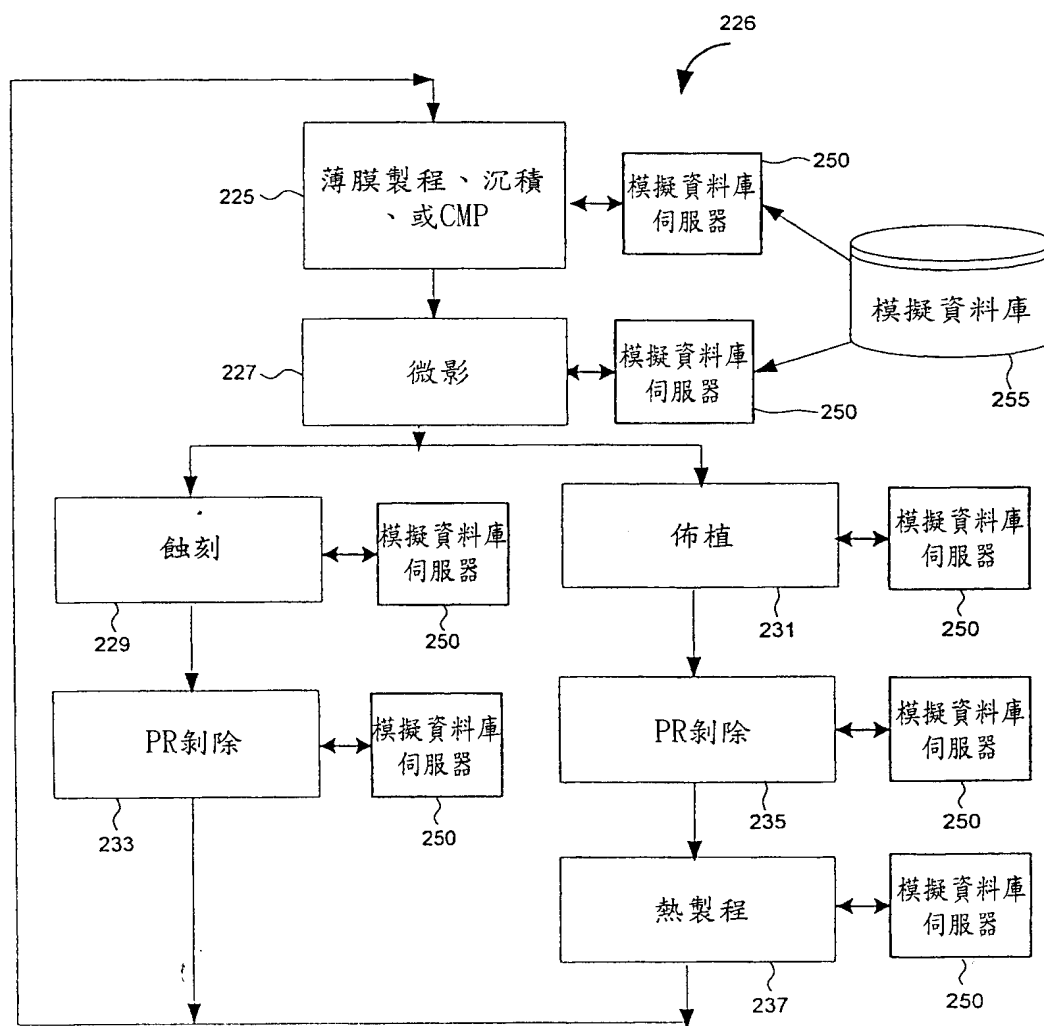


圖 7B



圖式

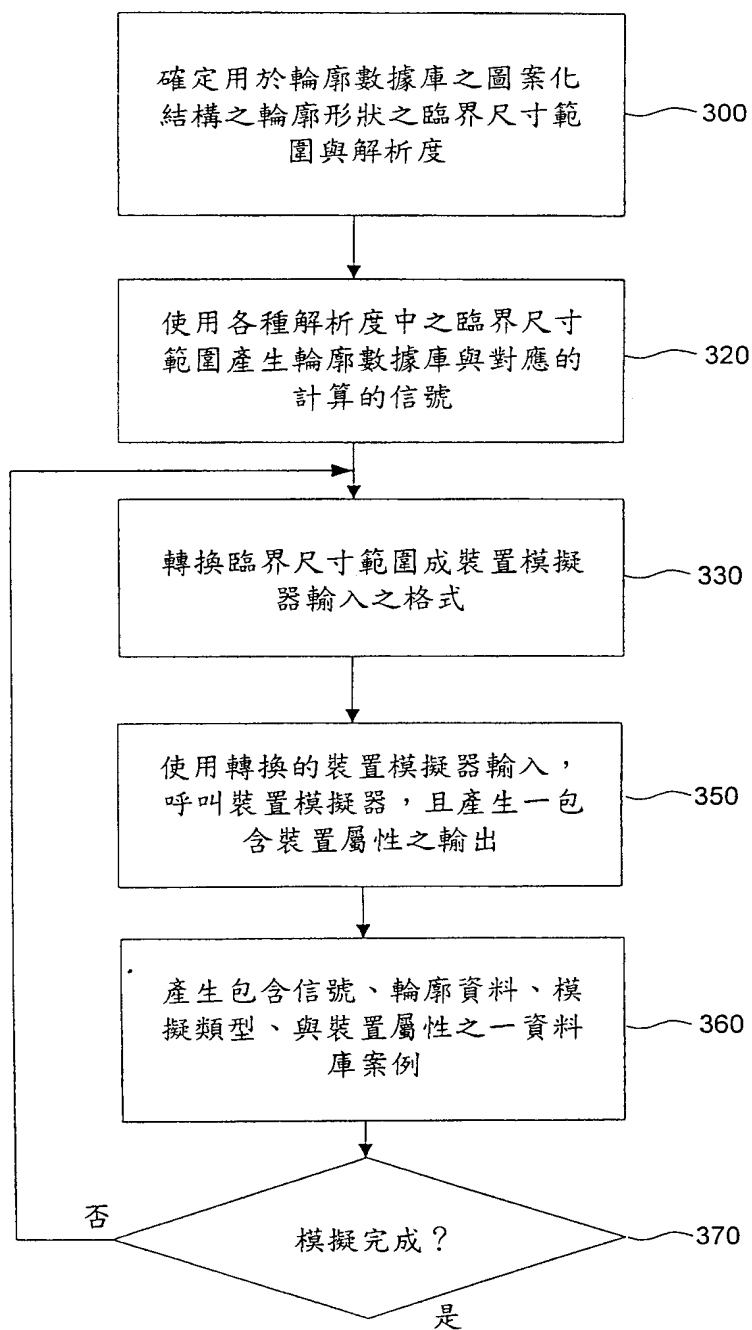


圖 8A

圖式

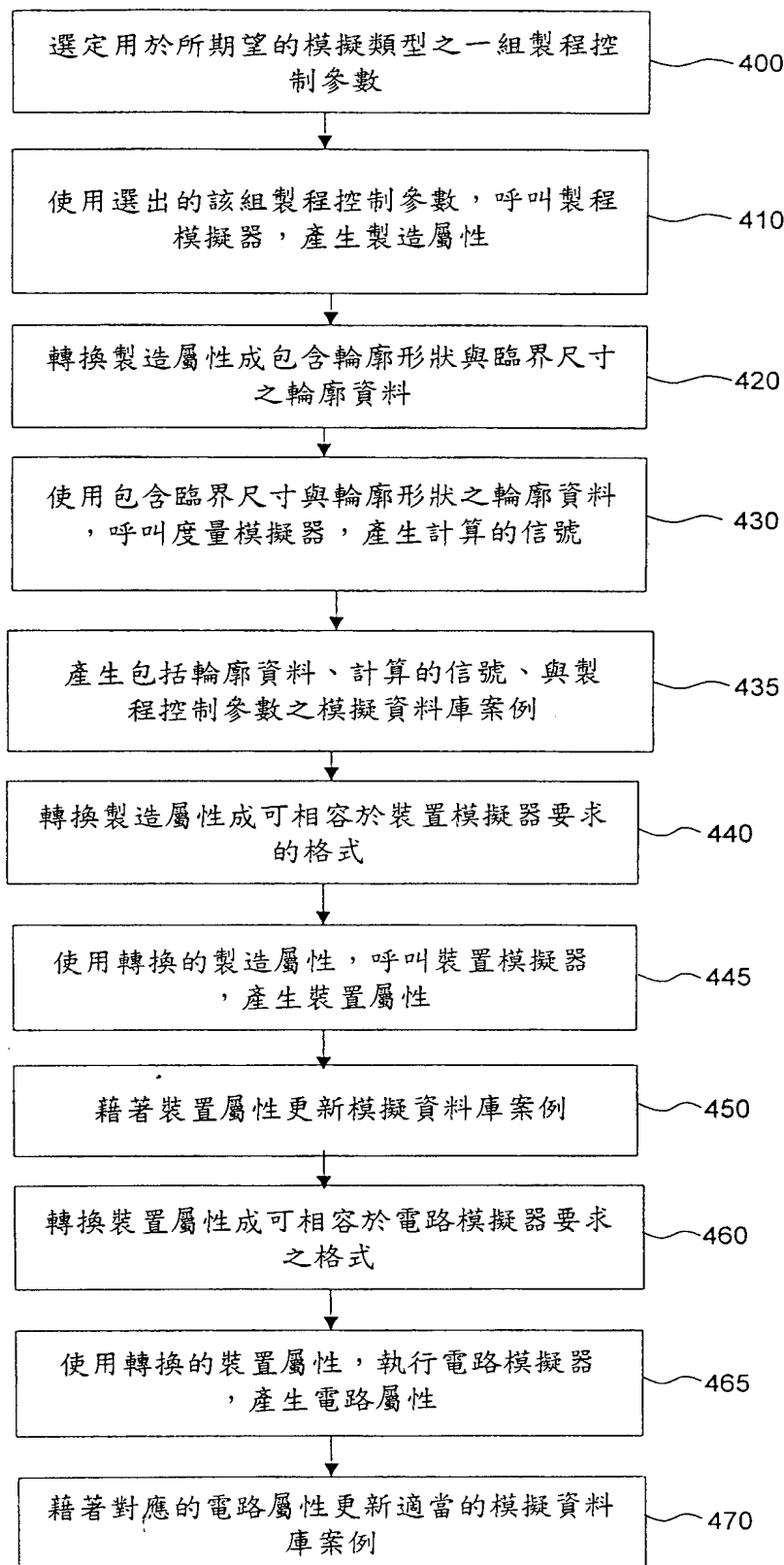


圖 8B

圖式

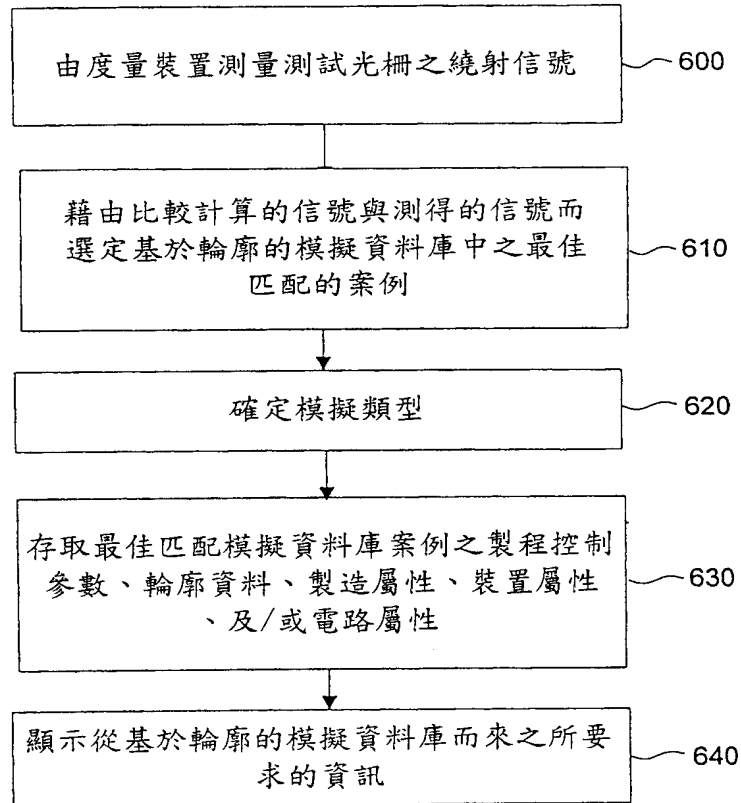


圖 9A

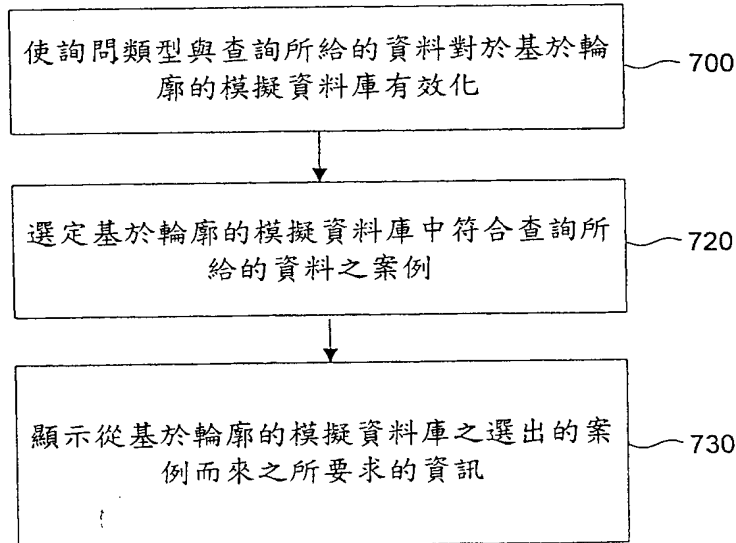


圖 9B

圖式

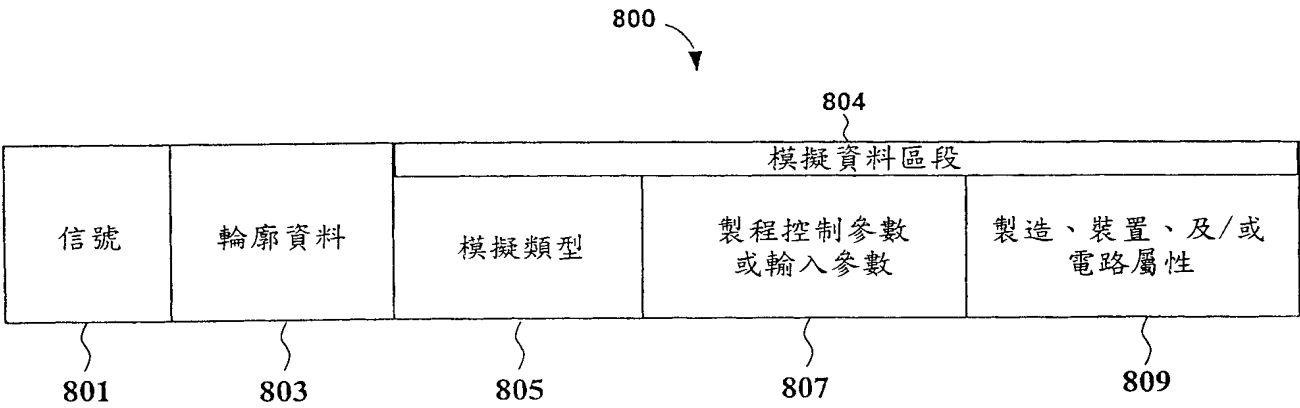


圖 10

圖式

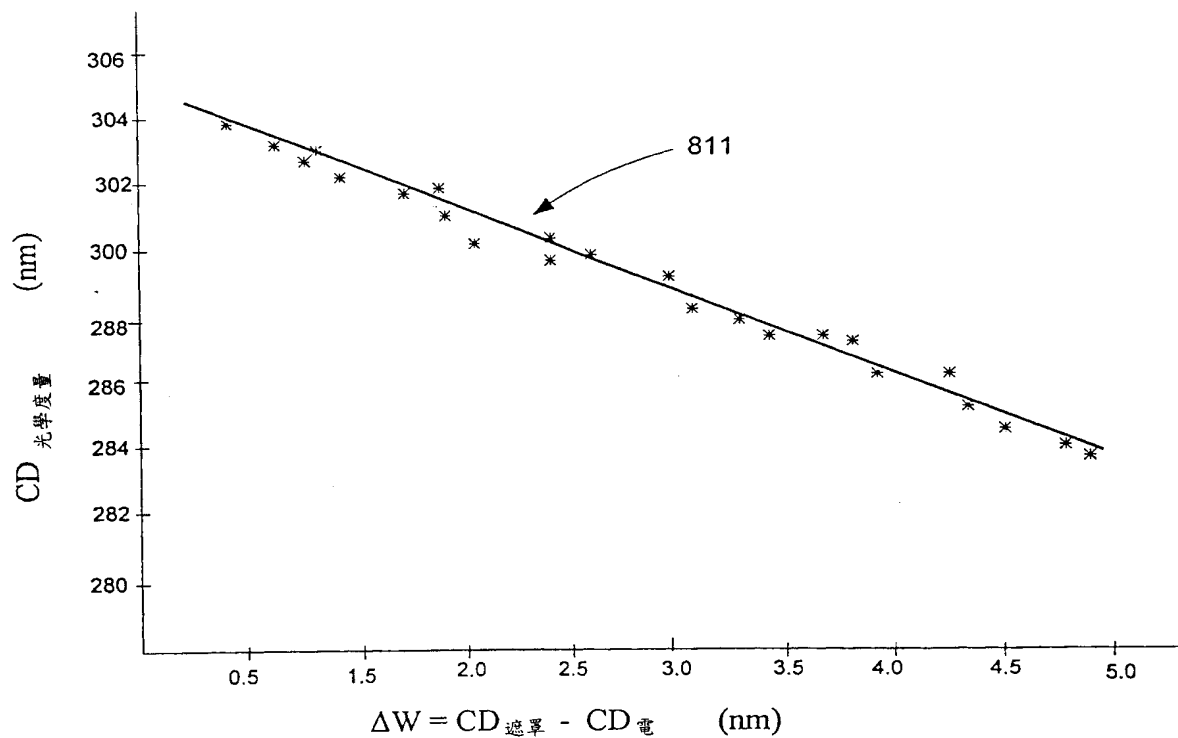


圖 11A

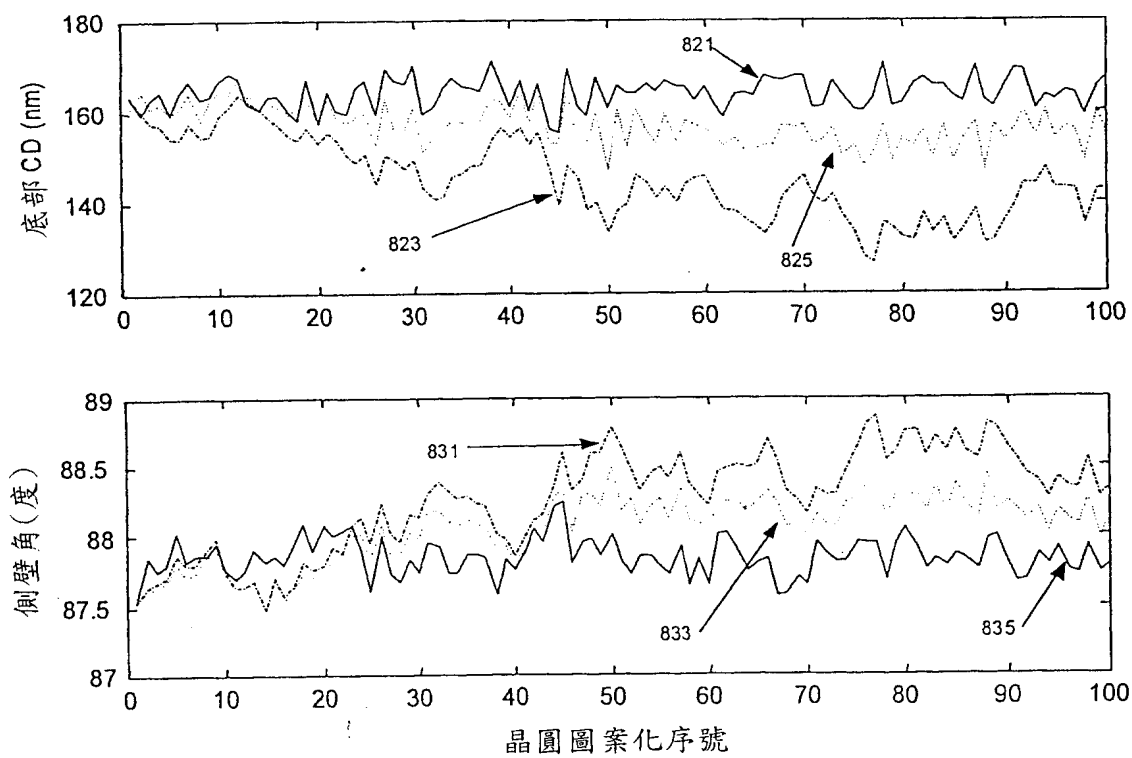


圖 11B